



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ**

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

**DESIGN DETEKTORU PRO ELEKTROCHEMICKOU  
DETEKCI TĚŽKÝCH KOVŮ**

DESIGN OF THE ELECTROCHEMICAL DETECTOR FOR DETECTION OF HEAVY METALS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Jana Sedláková

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. David Škaroupka, Ph.D.

BRNO 2017

## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování  
Studentka: **Bc. Jana Sedláková**  
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství  
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství  
Vedoucí práce: **Ing. David Škaroupka, Ph.D.**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Design detektoru pro elektrochemickou detekci těžkých kovů

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kontrola množství vybraných těžkých kovů v odpadních vodách je zákonnou povinností vodohospodářských provozů. Stávající metody, jak koncentraci zjišťovat jsou buď nákladné a zdoluhavé, nebo méně přesné. Firma ASIO s.r.o. vyvíjí spolu s dalšími partnery zařízení pracující na elektrochemickém principu, které by mělo vyplnit mezeru na trhu s konkurenčními detektory. Pro úspěch nového produktu na trhu je zapotřebí dobrý design zohledňující a komunikující své vlastnosti a výhody směrem k uživateli a trhu jako celku.

Typ práce: vývojová - designérská

Projekt: Vývojová zakázka (HS)

#### Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je design elektronické vyhodnocovací jednotky pro detekci těžkých kovů ve vodě. Návrh musí komunikovat inovativní charakter přístroje, který je připravován k uvedení na trh.

Díličí cíle diplomové práce:

- identifikovat způsoby používání zařízení a technické možnosti výroby,
- definovat vhodné koncepce a s odůvodněním vybrat finální řešení,
- návrh elektronické vyhodnocovací jednotky pro detekci těžkých kovů ve vodě,
- prokázat, jak byla přidaná hodnota zařízení reflektována v designu, včetně ověření na modelu.

Požadované výstupy: funkční vzorek, průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

[http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP\\_DP/Zasady\\_VSKP\\_2017.pdf](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2017.pdf)

**Seznam literatury:**

LIDWELL, William, Kritina HOLDEN a Jill BUTLER. Univerzální principy designu: 125 způsobů jak zvýšit použitelnost a přitažlivost a ovlivnit vnímání designu. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3540-2.

FRANCE, Anna Kaziunas. Make: 3D printing. Sebastopol, CA: Maker Media, 2013. ISBN 978-145-7182-938.

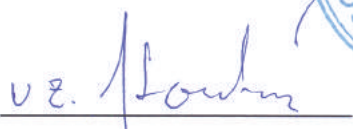
LIDWELL, William a Gerry MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 15-925-3345-0.

MORRIS, Richard. The fundamentals of product design. Lausanne: AVA, c2009. ISBN 978-2-940373-17-8.

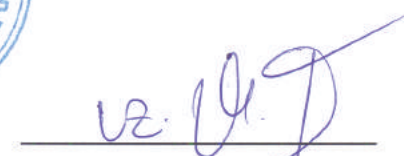
GENGNAGEL, Christoph, et al. (eds.). Computational design modelling proceedings of the Design Modelling Symposium Berlin 2011. Berlin: Springer, 2011. ISBN 978-364-2234-354.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 1. 11. 2016

  
prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu



  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem designu detektoru pro elektrochemickou detekci těžkých kovů. Splňuje technické, estetické i ergonomické požadavky a je zpracována ve spolupráci s dalšími členy řešitelského týmu v rámci dotačního projektu TAČR. Nese označení DETEKO TH01030389.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Design, detektor, těžké kovy, elektrochemie

## **ABSTRACT**

The topic of this master's thesis is design of detector for electrochemical detection of heavy metals. Design meets the technical, aesthetic and ergonomic requirements and is developed in collaboration with other members of the research team involved in the grant project TACR named DETEKO TH01030389.

## **KEY WORDS**

Design, detector, heavy metals, electrochemistry

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

SEDLÁKOVÁ, J. *Design detektoru pro elektrochemickou detekci těžkých kovů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 74 s. Vedoucí diplomové práce Ing. David Škaroupka Ph.D..



## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

---

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design detektoru pro elektrochemickou detekci těžkých kovů zpracovala samostatně, a že všechny zdroje, které jsem využila, jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Brně, dne

**Jana Sedláková**



## PODĚKOVÁNÍ

---

Diplomová práce by nevznikla bez věcných rad a ochotného přístupu vedoucího Ing. Davida Škaroupky Ph.D., kterému bych tímto chtěla poděkovat za možnost spolupráce na tomto projektu. Dále děkuji všem členům řešitelského týmu, kteří mi v celém průběhu práce vycházeli vstříc a poskytovali informace a pokyny ke zpracování. Za podporu během celého studia děkuji své rodině, přátelům a spolužákům.





## OBSAH

<b>Abstrakt.....</b>	<b>5</b>
<b>Klíčová slova .....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>5</b>
<b>Key words.....</b>	<b>5</b>
<b>Bibliografická citace .....</b>	<b>5</b>
<b>Prohlášení o původnosti .....</b>	<b>7</b>
<b>Poděkování .....</b>	<b>9</b>
<b>Obsah .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>14</b>
<b>2 Přehled současného stavu poznání.....</b>	<b>16</b>
2.1. Designérská analýza .....	16
2.1.1. Krátký historický úvod .....	16
2.1.2 AND1100 Fluorimeter.....	16
2.1.3 HACH HDQ .....	18
2.1.4 HACH DR900 .....	12
2.1.5 Metalyser portable HM1000.....	20
2.1.6 Dropsens Dropstat .....	21
2.1.7 Zhodnocení poznatků z designérské analýzy .....	22
2.2 Technická analýza .....	23
2.2.1 Vybrané často sledované těžké kovy.....	23
2.2.2 Vybrané detekční metody .....	24
2.2.3 Použitelné komponenty .....	27
2.2.4 Spojení pro požadovaný stupeň krytí ip 65 .....	27
2.2.5 Použitelné materiály a technologie výroby krytu .....	28
<b>3 Analýza problému a cíl práce .....</b>	<b>29</b>
<b>4 Variantní studie designu .....</b>	<b>30</b>
4.1 Rozdělení variantních skupin dle uživatelských možností.....	30
4.1.1 Přístroje určené primárně pro držení v ruce, využití závěsného poutka....	31
4.1.2 Přístroje s větším displejem a rukojetí.....	31
4.1.3 Přístroje s funkční polohou při postavení na podložku .....	32
4.1.4 Přístroje s integrovaným úložným prostorem.....	32
4.1.5 Přístroje inspirované kapkou vody, se zjednodušeným ovládáním .....	33
4.1.6 Zhodnocení prvotních skic a řešení uživatelských možností .....	33
4.2 Variantní studie I .....	34
4.3 Variantní studie II.....	34
4.4 Variantní studie III.....	35
4.5 Postup při řešení finální varianty.....	35
<b>5 Tvarové řešení.....</b>	<b>36</b>
5.1 Tvarové řešení detektoru .....	36
5.2 Tvarové řešení cely.....	37
5.3 Tvarové řešení kufříku.....	38
<b>6 Konstrukčně technologické a ergonomické řešení .....</b>	<b>39</b>
6.1 Konstrukce krytu a jeho výroba .....	39
6.1.1 Technologické řešení.....	40
6.2 Specifikace použitých komponent a jejich umístění .....	42
6.2.1 Display newhaven 128x64 .....	42

6.2.2 Membránová klávesnice .....	42
6.2.3 Baterie lp-454965-2p-3m.....	42
6.2.5 Cela s elektrodou .....	43
6.3 Konstrukční řešení kufříku .....	43
6.4 Základní rozměry .....	44
6.5 Dobíjení, přenos dat a zavěšení na krk .....	46
6.6 Ergonomické řešení .....	46
6.6.1 Uchopení detektoru .....	46
6.6.2 Zavedení senzoru do konektoru a vysouvání krytu .....	47
6.6.3 Uchopení kufříku .....	47
<b>7 Barevné a grafické řešení .....</b>	<b>49</b>
7.1 Logotyp as-deteko.....	49
7.2 Barevné varianty .....	50
7.3 Grafický návrh klávesnice .....	51
7.4 Grafické řešení displeje .....	51
7.5 Návod pro zasunutí senzoru.....	52
<b>8 Diskuze .....</b>	<b>53</b>
8.1 Psychologická funkce .....	53
8.1.1 Intuitivnost ovládání .....	53
8.1.2 Zvolené barvy a materiály .....	53
8.2 Ekonomická funkce .....	53
8.2.1 Podnikatelská strategie .....	11
8.2.3 Analýza a výběr cílových trhů .....	54
8.2.3 Analýza a výběr cílových trhů .....	55
8.2.5 Swot analýza .....	57
8.3 Sociální funkce .....	58
<b>9 Závěr .....</b>	<b>59</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>62</b>
<b>Seznam obrázků a grafů.....</b>	<b>66</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>68</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>69</b>
<b>Zmenšené postery .....</b>	<b>70</b>
<b>Fotografie modelu .....</b>	<b>74</b>



## **1** **1 ÚVOD**

Znečištění odpadních vod těžkými kovy má výrazný dopad nejen na životní prostředí, ale také na lidské zdraví a to i v malých koncentracích. Nejčastějším důvodem pro analýzu vod jakéhokoliv původu na přítomnost těžkých kovů je legislativní nařízení pro plnění limitů průmyslových firem. V současnosti existuje několik možných metod, jak obsah těchto prvků stanovit, nicméně je třeba vyvinout zařízení, které by jej levně a rychle stanovilo přímo na místě.

Diplomová práce se zabývá designem zařízení vyvíjeného pro firmu ASIO s.r.o. v rámci řešení projektu TAČR DETEKO TH01030389. Jedná se o detektor pro rychlé a přesné stanovení obsahu těžkých kovů ve vodním prostředí, který bude pro uživatele současně finančně zajímavý a bude tak konkurovat levným avšak nepřesným metodám jako jsou reagenční proužky či naopak drahým voltametrickým testům. [1]

Výsledkem práce bude přístroj, který bude splňovat požadavky trhu a zadavatele. Zařízení se odlišuje od konkurenčních výrobků a metod detekce a s ohledem na analýzu stávajících produktů svým zacílením na komfort uživatele obohatí tuto oblast.



## **2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ**

### **2.1. Designérská analýza**

#### **2.1.1. Krátký historický úvod**

Detekční přístroje vyhodnocující přítomnost a koncentraci chemických prvků v kapalině lze ve své podstatě z historického původu označit za malé počítače, které jsou kromě různých výpočetních logaritmů schopny kalkulovat i procesy z oblasti elektrochemie. U nás byl prvním reléovým počítačem SAPO – SAmočinný POčítač, který byl poprvé zprovozněn v roce 1958. [2]

Mnohé poznatky v oblasti elektrochemie jako jsou odlišení vodiče od nevodiče, objev kondenzátoru či objev Colombova zákona byly zjištěny již v 18. století. Roku 1834 pak M. Faraday objevil dva základní zákony elektrolýzy. První elektrochemické procesy byly prováděny zhruba od počátku 19. století. Byly to např. elektrolýza soli, příprava kovového sodíku, draslíku a hliníku a další. V 80. letech pak byla zavedena výroba hydroxidu sodného a chloru. [3]

#### **2.1.2 AND1100 Fluorimeter**



Obr. 2-1 AND1100 Fluorimeter [4]

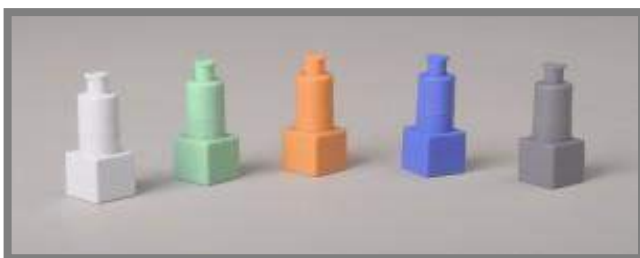
Výrobce fluorimetru je firma Andalyze, zabývající se testováním znečištění vody za použití katalytických DNA technologií. Společnost garantuje vyhodnocení výsledků ve dvou krocích (tj. odběr vzorku a jeho aplikace pomocí senzoru) za méně, než dvě minuty. Pomocí fluorescence je vzorek vyhodnocen v jednotkách ppm. Naměřené hodnoty lze pomocí USB portu přenést do počítače. Výrobek disponuje Li-Pol baterií a barevným displejem.

Hlavní rozměry přístroje jsou (šířka x hloubka x výška) 914x203x572 mm a hmotnost 565g. Fluorimetr je součástí výbavy, která obsahuje kufřík, testovací PH proužky, USB kabel a uživatelský manuál. [4]



Obr. 2-2 Kufřík s fluorimetrem [4]

### Senzory a příslušenství



Obr. 2-3 Senzory fluorimetru [5]



Obr. 2-4 Displej fluorimetru [4]

Každý senzor je určen pouze pro jedno použití a barevně odlišen pro detekci konkrétního těžkého kovu. Kromě nich jsou součástí každé soupravy také kyvety a injekční stříkačky pro aplikaci vzorku do senzoru.

### Designérské řešení

Jednoduché tvarové řešení fluorimetru působí čistě, avšak pro velký neodlehčený objem hmoty poněkud těžkopádně. Metalickou plochou je barevně odlišena odečítací a ovládací část od těla přístroje. Malý display působí možná až příliš decentně a nevýznamně, přestože je velikostně dostačující – vyniká spíše okolní hmota a tak se tyto části opticky dostávají do nepoměru. Grafické řešení displeje je rozvrženo do šesti řádků, v nichž se střídají různé fonty v různých řezech, což se vizuálně jeví neuceleně až chaoticky.



### 2.1.3 HACH HQ40D



Obr. 2-5 HACH HQ40 [6]

Jedná se o přenosný dvoukanálový multimetr, určený především pro měření PH, ale lze s ním také určit přítomnost a koncentraci některých těžkých kovů. K přístroji patří i vyměnitelná sonda – pro každý prvek s konkrétní elektrodou, která se ponechá několik minut ve vzorku kapaliny a poté dojde k vyhodnocení koncentrace prvku. [6] Sonda by měla být během měření držena klidně, pokud možno bez jakéhokoliv pohybu, proto výrobce nabízí jako příslušenství stojan na přístroj.

#### Vlastní fotodokumentace

Fotografie byla pořízena v laboratoři Asio spol. s r.o. V horní části přístroje je připojena sonda. Dále je multimetr opatřen gumovým obalem poměrně velké tloušťky, což už tak robustnímu modelu přidává na rozměrech.



Obr. 2-6 Vlastní fotodokumentace HACH HQ40

### Designérské řešení

Horní odečítací část, která z hmoty mírně vystupuje, a spodní ovládací část jsou mezi sebou v souladu, společným tvarovým prvkem je zde opakující se oblé zakončení těchto dílů. Sonda výrobce na přístroj již nijak nenavazuje. Jednotlivá tlačítka jsou opatřena piktogramy, což uživateli zjednodušuje a urychluje používání přístroje. Přestože se tento model ve spodní části zužuje do pomyslné rukojeti, zůstává zde stále příliš mohutný.

### 2.1.4 HACH DR900

---



Obr. 2-7 HACH DR900 [7]

Přenosný kolorimetr je měřicí přístroj, který je určen pro analýzy světelných zdrojů, ale dá se také použít pro analýzu roztoků. Výrobce uvádí použití až devadesáti nejběžnějších metod testování. Není nutné jej kalibrovat, je již přednastaven a připraven k okamžitému použití. Jako jeden z mála nevyužívá dobíjecí baterii, ale čtyři tužkové alkalické AA baterie. Detekčním článkem je zde křemíková fotodioda. [7]

Základní rozměry přístroje jsou 231 x 96 x 48 mm a hmotnost 0,6 kg.

Pro detekci chemických prvků je nejdříve potřeba přidat do vzorku chemická aditiva, která jsou součástí výbavy.

### Designérské řešení

Stejně jako u většiny předchozích výrobků působí tento design možná až příliš hmotně. Monotónnost tvaru je zde rozbita barevným členěním krytu. V tomto případě je však přístroj určen pro měření a ovládání na pevné podložce – uživatel jej tedy tak často neuchopuje a tím pádem není třeba jej v místě úchopu zužovat a výrazně se zabývat jeho ergonomickými vlastnostmi. Na tomto modelu lze ocenit přehledné rozmístění ovládacích prvků.

### 2.1.5 Metalyser Portable HM1000



Obr. 2-8 Metalyser Portable HM1000 [9]

Výrobcem přístroje je společnost Trace2O. Stejně jako již zmíněný model firmy Andalyze je i tento detektor součástí kufříku s příslušenstvím pro měření různých prvků v kapalině. Přístroj je schopen měřit ocel a kadmium v jedné analýze, ostatní prvky se musí měřit separátně. Doba vyhodnocení je 5 min. [9]

Rozměry kompletní soupravy jsou 487 x 386 x 229 mm, čistá hmotnost se pohybuje okolo 9 kg. Kufřík kromě sondy obsahuje také odměrky pro kapalinu a chemická aditiva, se kterými se mísí předtím, než dojde k samotnému měření.



Obr. 2-9 Metalyser Portable HM1000 v kufříku [8]

#### Designérské řešení

Dynamické křivky i středové odlehčení přístroje působí příjemným dojmem a vyniká tak mezi konkurenčními výrobky spíše geometrických tvarů. Ovládací část je barevně vyčleněna, neobvyklá je i červeno-oranžová barva krytu, v níž na druhou stranu vyniká spojovací materiál – šroubky by bylo vhodnější umístit např. do zadní části krytu.

### 2.1.6 Dropsens Dropstat

---

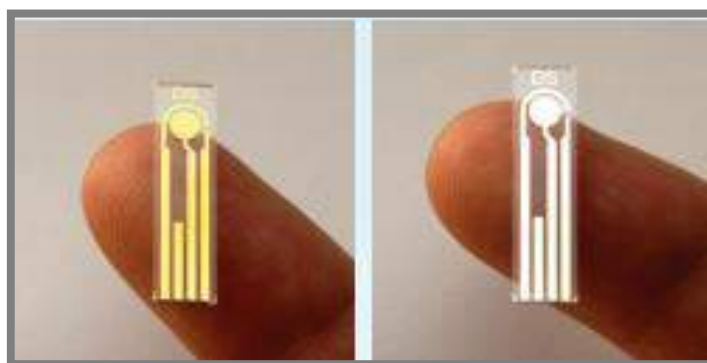


Obr. 2-10 Dropsens Dropstat [10]

Malý přenosný potenciometr firmy Dropsens byl vyvinut na zakázku především pro akademickou sféru a laboratoře. Pro detekci chemických prvků využívá speciální elektrody, které se zavádějí do spodní části přístroje. Naměřené hodnoty jsou potom zaznamenány na LCD displeji. Stejně jako konkurenční přístroje, i tento model lze pomocí USB portu připojit k počítači. Model disponuje Li-ion baterií.

Základní rozměry jsou 600 x 200 x 800 mm, váha 71g, což je v nesrovnatelně méně, než u konkurenčních výrobků (např. váha fluorimetru ANDalyze je 565g). Nastavení přístroje může být změněno pomocí naprogramované kalibrační karty, kterou výrobce poskytuje pouze na vyžádání. [10]

#### Elektrody



Obr. 2-11 Elektrody Dropsens [11]

Pro každý měřený prvek je nutné použít speciální elektrodu – viz. obr. 2.11 – vlevo elektroda pro měření koncentrace zlata, vpravo platiny. Jsou vyrobeny za pomoci nanolitografie. [11]

#### Designérské řešení

Spíše minimalistické tvarové pojetí modelu se vyjímá z řady konkurenčních detektorů a je více miniaturním tabletem, než přístrojem technického rázu. Elektroda vstupující z krytu je náchylná k poškození či vypadnutí z přístroje a nezapadá do celkového pojetí produktu. Grafické členění displeje je přehledné, avšak výrobce mohl zvolit jinou barevnou variantu či fonty – přístroj jako celek by tak jevil uceleněji.

---

#### 2.1.7 Zhodnocení poznatků z designérské analýzy

Vyhodnocením designérské rešerše konkurenčních produktů jsem došla k několika poznatkům, které by bylo vhodné využít při dalším postupu ve zpracování této diplomové práce. Většina zmíněných modelů disponuje jednoduchým geometrickým tvarem, který pokud není odlehčen např. barevně, prolisy či jiným hmotovým rozložením, působí velmi těžkopádným dojmem. Tento tvar je samozřejmě určen vnitřním uspořádáním jednotlivých komponent, avšak v dnešní době existují řešení této problematiky – např. tvar přístroje může udávat tvar základní desky, a ne naopak. V mnoha případech není vůbec řešena ergonomie, a tím je ztížena manipulace s přístrojem. Vhodným řešením by mohla být integrace rukojeti nebo zúžení přístroje v uchopovací části. Jedním z inspiračních zdrojů, které v této práci využiji, je prostředí a účel, ke kterému se detektor používá a tak bych do jeho designu ráda promítla tvar kapky vody. Účelem tedy bude tvarovat přístroj tak, aby se odlišil od své konkurence, uživatel s ním pohodlně manipuloval a efektivně pracovat.

## 2.2 Technická analýza

Navržené zařízení bude detekovat vybrané těžké kovy, které lze zařadit mezi nejčastější polutanty životního prostředí. V této fázi je důležité zmínit, že detekce bude probíhat pomocí speciálně tištěných elektrod a navržené cely, jež dohromady budou tvořit senzorový článek. Přístroj bude určen pro práci v terénu, je tedy nutné tomuto faktu přizpůsobit návrh krytu a jeho konstrukční opatření.

### 2.2.1 Vybrané často sledované těžké kovy

---

Zdrojem kontaminace je především výroba kovů a jejich následné zpracování. Tyto kovy pak za určitých biologických podmínek mohou ztrátou elektronů vytvořit kationty. Mezi těžké kovy se potom řadí ty, jejichž atomová hmotnost překročila hodnotu 100. [24]

#### Železo (Fe)

Výskyt železa ve vodě způsobuje především žloutnutí až zhnědnutí materiálů, s nimiž přijde do styku. Dále může ovlivnit chuť a barvu pitné vody. Jeho přítomnost lze rozpoznat i díky mírnému zakalení – zpravidla se tak stává po překročení limitu 0,2 mg/l. Voda znečištěná železem není vhodná ani pro užitkové účely, jelikož sedimenty železa se usazují v trubkách a podobných součástech – např. u praček, WC, apod. S přítomností železa je často spojen také výskyt Manganu, jehož maximální koncentrace je stejná, tedy 0,05 mg/l. [25] [26]

#### Arsen (Ar)

Tento prvek je v přírodě běžnou součástí podzemních i povrchových vod a jeho koncentrace se zde pohybuje v rozmezí 1-2 mg/l. V některých oblastech s přírodními zdroji je ale tento limit až stonásobně vyšší. Obecně se jedná o velmi jedovatý těžký kov, a tak je pro pitnou vodu u dospělého člověka stanoven limit max. 10 mg/l, u kojeneckých vod poloviční. Dlouhodobým užíváním vody kontaminované arsenem lze přivodit závažná zdravotní onemocnění, jako jsou alergie a ekzémy a zvyšuje se riziko vzniku rakoviny. Jeho odstranění se provádí pomocí filtrační hmoty tvořené hydratovanými oxidy Železa nebo jiných kovů. [27]

#### Zinek (Zn)

Zinek se vyskytuje v životním prostředí v důsledku lidské činnosti – např. výroba oceli, spalování uhlí apod., i z čistě přírodních zdrojů. Do vody se dostává vypouštěním látek z továren či odpady z domácností nebo skrz déšť, který jeho jemné prachové částice obsažené ve vzduchu spláchne půdou až do podzemních vod. Zinek se ve vodách nerozpouští, ale usazuje. V minulosti se zinek dostával běžně do kontaktu s potravinami díky konzervám. Pro pitnou vodu je stanovený maximální limit 3 mg/l. [28]

#### Kadmium (Cd)

Kadmium je součástí zinečnatých rud, které se vyrábí frakční destilací nebo elektrolýzou. Jeho sloučeniny jsou prudce jedovaté, podobně, jako rtuť a olovo. V lidském těle se tento prvek hromadí především v ledvinách a játrech a může vést až k jejich selhání.

Do odpadních vod se vstřebává jak z průmyslové výroby, tak z odpadů domácností. Nejvyšší stanovený limit se pohybuje u kojenecké vody v koncentraci 0,002 mg/l, u běžné pitné vody je to až 5mg/l. Pro odpadní vody potom platí koncentrace maximálně 0,5 mg/l. [29]

#### Měď (Cu)

Měď patří mezi měkké a tažné kovy a často bývá součástí slitin mosazi a bronzu. V zemské kůře její výskyt vzácný a je spojený hlavně s metalurgickým průmyslem. U člověka může k jejímu vstřebání dojít vdechnutím i pouhým dotekem, což může mít z dlouhodobého hlediska za následek vážné zdravotní problémy. Průsakem se měď dostává až do podzemních vod. V roce 2013 byla v ČR nejčastěji detekovanou nadlimitní látkou v odpadech. Nejvyšší mezní hodnota pro pitnou vodu je stanovena na 0,2 mg/l, pro odpadní vody max. 0,5 mg/l. [30]

#### Olovo (Pb)

Olovo je silně toxický kov. Do pitné vody se tento prvek dostává z potrubí (dříve bývalo dokonce používáno pro výrobu odpadních trubek) a lze jej detekovat pomocí její nažloutlé barvy. Jeho maximální koncentrace stanovila Světová zdravotnická organizace na 0,01 mg/l. Ve vodních nádržích se mohou tvořit jeho sedimenty – stejně jako většina již zmíněných těžkých kovů se nerozpouští. V posledních letech lze zaznamenat snahu eliminovat jeho používání na minimum. [31]

---

### 2.2.2 Vybrané detekční metody

Analytická praxe disponuje velkým počtem technik a metod, kterými lze obsah těžkých kovů v kapalině stanovit. Jednotlivé vybrané metody jsou seřazeny vzestupně dle ceny a spolehlivosti naměřených hodnot.

#### Reagenční proužky Quantofix

Výhodou této metody je především její jednoduchost – spočívá v namočení papírku do kapaliny a odečtení výsledku bez nutnosti složitých technologií a drahých přístrojů. Cena stanovení je oproti jiným metodám velice malá, v závislosti na požadovaném typu proužků se pohybuje okolo 1000,- Kč, kdy jedno balení obsahuje 100ks. Nevýhodou je nepřesnost – stanovení těžkých kovů je tak pouze orientační a pro další posouzení je nutno provést složitější měření. [32]

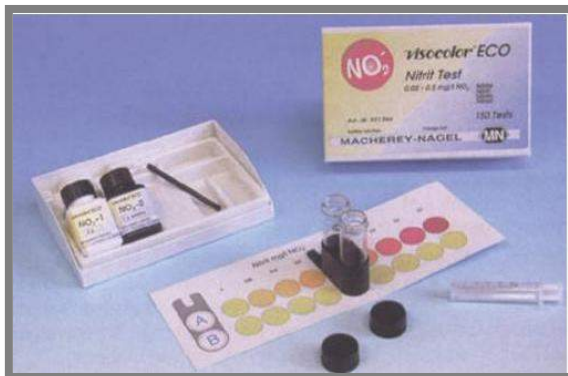


Obr. 2-12 Reagenční proužky Quantofix [32]



### Komparátory Visokolor

Jedná se o sestavy – kity [viz. obr. 2.13], kterými lze detekovat i menší množství prvků s vyšší přesností, než zmíněné reagenční proužky. Součástí jsou činidla, kyvety, blok pro porovnání barev (proto komparátory), barevná stupnice, plastová stříkačka a dávkovací lžičky. Cena je obdobná jako u předchozí metody, liší maximálně ve v řádech stokorun. Nevýhodou je zdlouhavost a složitost postupu. [33]



Obr. 2-13 Komparátory Visokolor [33]

### Kyvetové testy Hach Lange

Pro kyvetové testování je nutné vlastnit fotometr zmíněné společnosti a sadu kyvetových testů [viz. obr. 2.14], pro daný chemický prvek. Pomocí pipety je vzorek přenesen do kyvety, poté se přidají chemická aditiva. Jednotlivé kyvety jsou opatřeny čárovým kódem, který je po přenesení do přístroje odečten a tím je spuštěn proces detekce. Tato metoda je poměrně přesná, avšak uživatelsky náročná. Cena jednoho kyvetového setu je cca 2000,- Kč + náklady spojené s nákupem potřebného zařízení. [34]



Obr. 2-14 Kyvetové testy Hach [34]

### Fotometrie - fotometry Hanna Instruments

Poměrně jednoduché přístroje s vysokou přesností - hlavní analytickou jednotkou je zde fotometr, v němž probíhá interakce elektromagnetického záření (vlnová délka 200-740 nm) s hmotou. Pro správné měření je však nutné zvolit vhodnou vlnovou délku. Zdrojem světla je wolframová žárovka, dalšími součástmi jsou monochromátor (skrz něj je vybrána vlnová délka) a detektor, který zachycuje procházející světlo. Detektorem je v tomto případě křemíkový fotočlánek.



Do fotometru [viz. obr. 2.15], se vloží kyveta se vzorkem kapaliny a poté dojde k vyhodnocení. Přístroj je součástí setu, v němž se nachází kufrík, kyvety, nůžky a baterie. Cena je okolo 10 000,- Kč za celou sadu. [35], [36]



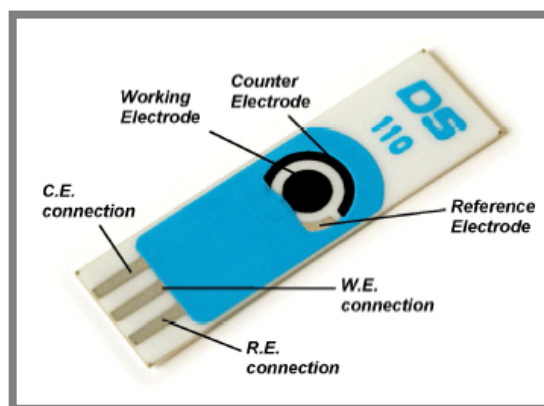
Obr. 2-15 Fotometr Hanna Instruments [35]

#### DNA sensing - Andalyze

Tato metoda detekce je založena na objevu, že DNA není pouze nositelem genetických materiálů, ale katalyzátorem pro řadu biologických účinků. Takový způsob detekce používá u svých výrobků např. firma Andalyze. Vzorek vody je odebrán do kyvety a zaveden do snímací jednotky (senzor je pro každý vybraný prvek jiný). Ve vzorku jsou usazeny nano-částice polutantu, které je senzor schopen pomocí fluorescence rozpoznat. Přístroj je detailněji popsán - viz Designérská analýza. [37]

#### Tištěné elektrochemické elektrody Dropsens

Speciálně tištěné elektrody mají podklad na bázi uhlíku, zlata, platiny anebo stříbra. Výhodou je jejich rychlá a poměrně levná reprodukce. Na elektrodu je umístěn již předpřipravený vzorek kapaliny. Ta se vloží do detektoru a dojde k přesnému odečtení hodnot. Jelikož je ale elektroda zasunuta do přístroje pouze jedním svým koncem, mohou být výsledky ovlivněny vlivem prostředí, nebo např. jejím poškozením, posunutím apod. Cena jedné tištěné elektrody se pohybuje řádově v desítkách až stovkách korun, cena přístroje v několika desítkách tisíc, což z této metody dělá přímého konkurenta vůči navrhovanému zařízení. [38]



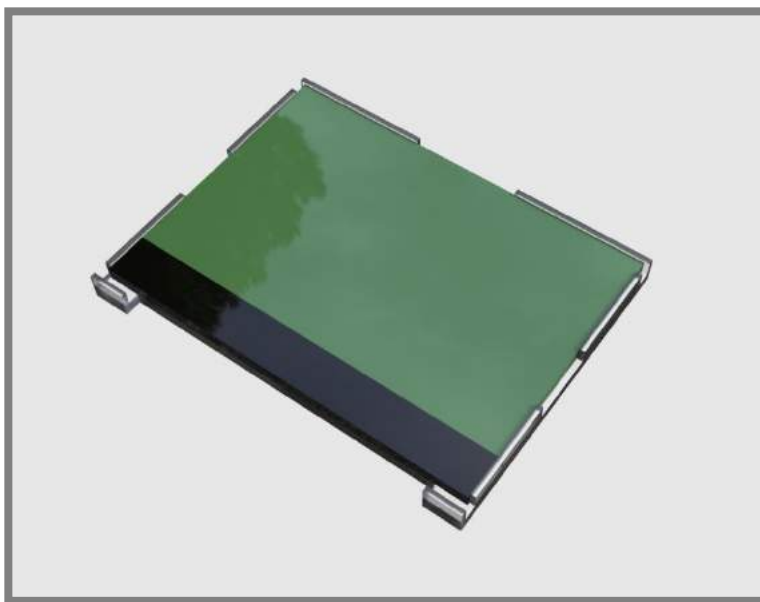
Obr. 2-16 Elektroda Dropsens [38]

### 2.2.3 Použitelné komponenty

Pro návrh správného tvaru a velikosti přístroje je v prvotní fázi nutné znát alespoň základní elektrické komponenty. Na základě konzultace s řešiteli projektu byly zvoleny tyto součástky:

- Display Newhaven 128 x 64 px
- Membránová klávesnice Unipad (Øtl. 12 mm)
- Konektor DS1020 (6pinů)
- Baterie LP-454965-2P-3M (68 x 50 x 9.5 mm)

Přístroj bude rozebíratelný pouze servisně a bude se skládat ze dvou až tří krytových částí, které budou spojeny pro požadovaný stupeň krytí (viz kapitola 2.3.4). Monochromatický display bude napojen na základní desku, stejně tak jako třítlačítková klávesnice, která bude nalepena na kryt přístroje. Pro zapojení senzorového článku je nezbytným členem 6pinový konektor. Zdrojem bude baterie Li-Pol. Přesnější parametry jsou dány výrobcem jednotlivých komponent a budou specifikovány v dalších kapitolách popisujících výsledný design výrobku.



Obr. 2-17 3D model použitého displeje

### 2.2.4 Spojení pro požadovaný stupeň krytí IP 65

Aby byl přístroj vhodný pro použití v terénu, je nutné vybrat vhodný stupeň krytí, tzn. jeho konstrukční opatření. Norma definující jednotlivé stupně je označena ČSN EN 60 529. [39]

Dle následujícího seznamu byl zvolen stupeň krytí IP 65, kde:

IP = International Protection – písmena kódu,

6 a 5 = charakteristické číslice: [40]

Stupeň ochrany před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích těles:

- 0x žádná ochrana
- 1x ochrana proti tělesům o průměru 50mm a větším
- 2x ochrana proti tělesům o průměru 12,5mm a větším
- 3x ochrana proti tělesům o průměru 2,5mm a větším
- 4x ochrana proti tělesům o průměru 1mm a větším
- 5x ochrana shodná s 4x, ochrana před prachem
- 6x ochrana shodná s 4x, prachotěsné**

Stupeň ochrany proti vniknutí vody

- x0 žádná ochrana
- x1 ochrana proti svisle padajícím kapkám
- x2 ochrana shodná s x1, při náklonu krytu max. 45°
- x3 ochrana proti kropení vodou (dešti)
- x4 ochrana proti stříkající vodě
- x5 ochrana proti tryskající vodě**
- x6 ochrana proti intenzivně tryskající vodě
- x7 ochrana proti účinkům ponoření do vody
- x8 ochrana proti účinkům trvalého ponoření do vody

Z uvedeného seznamu jednotlivých stupňů krytí lze vyvodit, že přístroj bude zcela prachotěsný a chráněn proti tryskající vodě.

---

### 2.2.5 Použitelné materiály a technologie výroby krytu

V současné době je pro výrobu krytů obdobných přístrojů nejpoužívanějším materiálem termoplast a to především kvůli modernějším technologiím jejich výroby, které jsou poměrně přesné, rychlé a cenově dostupné. Tyto plasty je možno zpracovat lisováním, vstřikováním, vytlačováním, válcováním, nebo lze zvolit metodu 3D tisku. [41]

Z důvodu snadného poškození krytu v terénním použití musí být vybrán polymer s dobrými mechanickými vlastnostmi, jako jsou tepelná a chemická odolnost, tuhost, mechanická pevnost. V úvahu proto přicházejí plasty, jako jsou např. Polypropylen, Polyamid nebo ABS – konkrétní materiál však bude zvolen až na základě finálního designu přístroje a po volbě způsobu jeho výroby.

### 3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

---

**3**

Detekovat přítomnost těžkých kovů můžeme v současné době pomocí různých způsobů a zařízení – i pomocí těch, které k tomu nejsou primárně určeny, jako jsou např. multimetry. Přenosné multimetry patří ke starším a levnějším variantám pro vyhodnocení koncentrace kovu, což se odráží i na jejich provedení.

Konkurenční detektory kovů, ať už se stejnou či jinou metodou detekce lze kladně hodnotit z hlediska jejich atraktivity, především v porovnání se zmíněnými multimetry, ale i zde je prostor pro inovaci, zejména v oblasti ergonomie. Většina zařízení disponuje geometrickým, až kvádrovitým tvarem, což se na jednu stranu jeví jako nejjednodušší provedení z hlediska výroby a vizuální čistoty. Na druhou stranu ale nejsou tyto detektory vhodné pro uživatele s menší rukou, např. ženy, které pravděpodobně k jejich obsluze budou potřebovat obě ruce současně (viz vlastní fotodokumentace).

Plánovaná technologická inovace spočívá v předmětu řešení projektu a tou je využití elektrochemické analýzy a speciálně navrženého tištěného senzoru, který zajistí levnější, rychlejší a přesné měření, čímž se navrhovaný přístroj stane unikátním – momentálně spíše platí, že kvalitně naměřené hodnoty lze získat z drahých nepřenosných přístrojů. Přenosné detektory mají sice o něco nižší pořizovací cenu, ale mají omezené možnosti v měření jako je u většiny např. snížená schopnost stanovení koncentrace měřeného kovu, neschopnost detekovat více prvků současně, velký vnos lidské chyby v průběhu měření a potřeba rozsáhlého příslušenství.

Dílními cíli diplomové práce je:

- identifikovat způsoby používání zařízení a technické možnosti výroby,
- definovat vhodné koncepce a s odůvodněním vybrat finální řešení,
- návrh elektronické vyhodnocovací jednotky pro detekci těžkých kovů ve vodě
- prokázat, jak byla přidaná hodnota zařízení reflektována v designu, včetně ověření na modelu.

Postup práce a variantní návrhy budou prezentovány na pravidelných setkáních konsorcia firem a na základě konzultace bude vybrána jedna skupina, v jejímž rámci budou detailněji zpracovány 3 sub-varianty. Z nich nejvhodnější model bude poté určen k finálnímu zpracování. Bude tedy dosaženo dalšího dílního cíle, a to definovat vhodné koncepce a s odůvodněním vybrat finální řešení. V závěru bude vytvořen prototyp přístroje, na němž bude prokázána a ověřena přidaná hodnota navrhovaného designu.

## 4 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Následující kapitola je věnována hledání vhodného tvarového řešení přístroje. Nejdříve bude vytvořeno 5 různých typových skupin detektorů, které mají varianty prověřit z hlediska způsobu zacházení se zařízením a uživatelského komfortu. Po konzultaci těchto návrhů s dalšími řešiteli budou vybrána 3 variantní řešení, z nichž nejvhodnější bude určeno k finálnímu zpracování.

### 4.1 4.1 Rozdělení variantních skupin dle uživatelských možností

Pro prověření různých uživatelských přístupů, je nejdříve žádoucí odpovědět na otázky jako např.:

Existuje ideová představa, jak by měl přístroj vypadat?

Kdo je uživatelem?

V jakém prostředí se přístroj používá?

Potřebuje uživatel zapsat nebo zpětně vyhledat naměřené hodnoty?

Potřebuje uživatel přenášet vzorky vody?

Ještě před první fází skicování nebyly tyto otázky zodpovězeny, a proto bylo třeba připravit návrhy, které by počítaly se všemi zmíněnými možnostmi užívání přístroje. Pro lepší čitelnost a pochopení návrhů byly vytvořeny tyto piktogramy:



Obr. 4-1 Piktogramy uživatelských možností

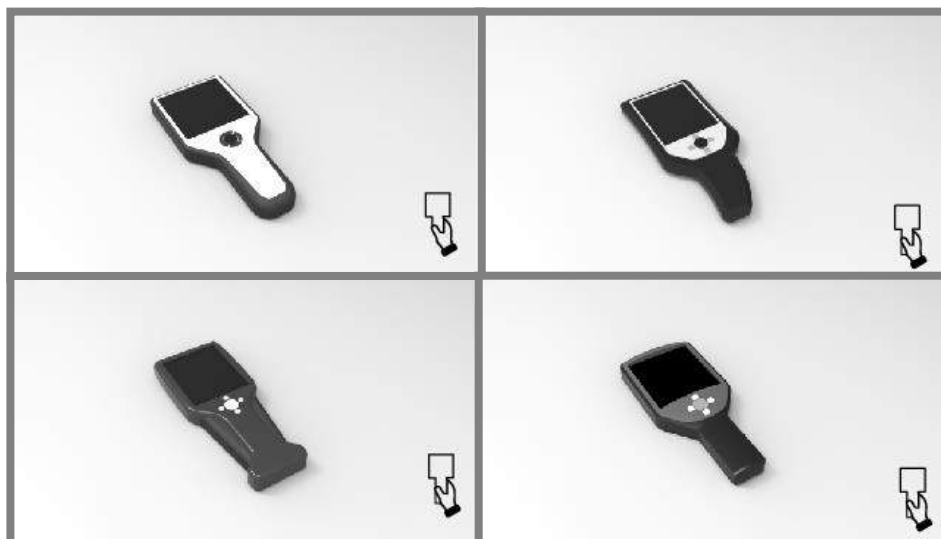
#### 4.1.1 Přístroje určené primárně pro držení v ruce, využití závěsného poutka



Obr. 4-2 Přístroje určené pro držení v ruce s využitím poutka

Tyto varianty jsou vhodné pro menší display. Uživatel drží přístroj v dlani, a proto je třeba vybrat a odzkoušet nejvhodnější tvarové řešení tak, aby byl přístroj co nejergonomičtější. Vhodné jsou zaoblené okraje přístroje bez ostrých hran a umístění tlačítek v takové vzdálenosti, aby byly v dosahu palce. Přidáním poutek na okraje detektoru vznikne úchyt pro možnost zavěšení přístroje na krk.

#### 4.1.2 Přístroje s větším displejem a rukojetí



Obr. 4-3 Přístroje s větším displejem a rukojetí

Tyto variantní studie počítají spíše s použitím většího displeje. V tom případě by detektor nabyl takových rozměrů, že by nebylo možné jej pohodlně uchopit v jeho středu. Proto je zde využito rukojeti.

Při zvolení tohoto přístupu, stejně tak jako u předchozí skupiny návrhů, je žádoucí ověřit velikosti rukojeti např. na hliněném modelu.

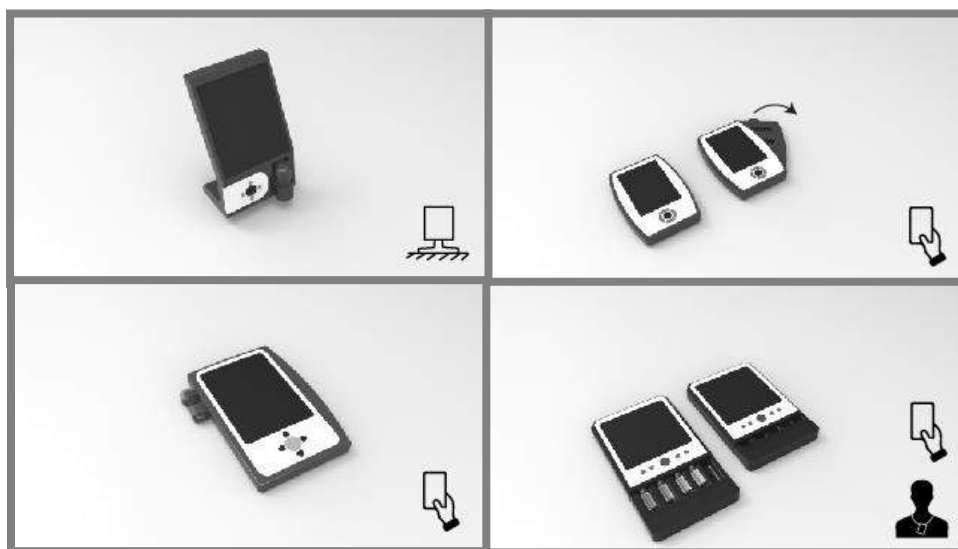
#### 4.1.3 Přístroje s funkční polohou při postavení na podložku



Obr. 4-4 Přístroje s funkční polohou při postavení na podložku

V těchto variantách je cílem navrhnout přístroj tak, aby při čekání na vyhodnocení naměřených výsledků mohl uživatel přístroj položit na podložku. Ve třetí variantě přístroje je navržena výklopná část sloužící jako stojan a zároveň tabulka, na kterou by buď uživatel mohl zapsat naměřené hodnoty, případně by tabulka již obsahovala ideální koncentrace měřených prvků.

#### 4.1.4 Přístroje s integrovaným úložným prostorem

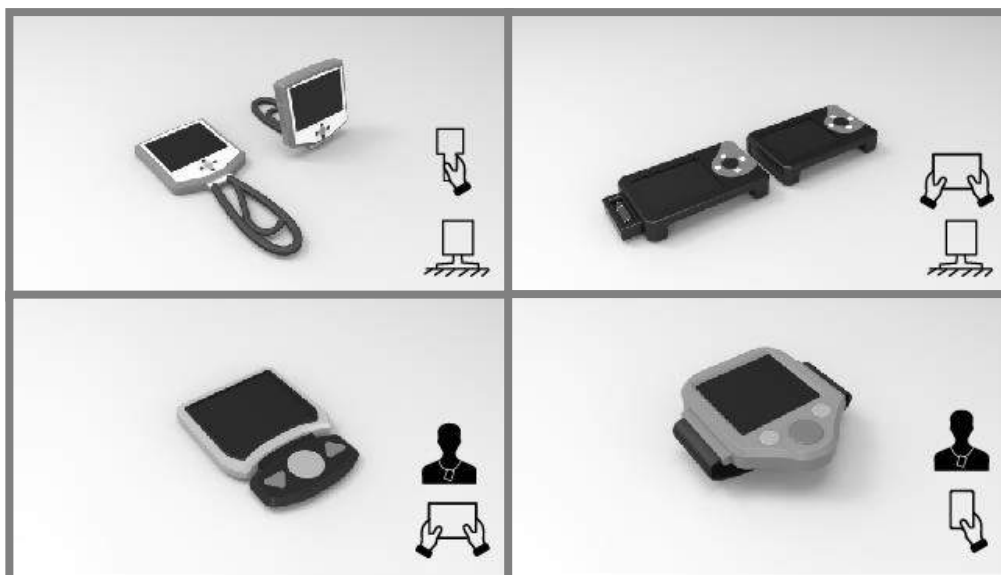


Obr. 4-5 Přístroje s integrovaným úložným prostorem

Skupina se zabývá návrhy pro uschování případných potřebných komponent, jako jsou např. kyvety se vzorkem kapaliny. Uživatel by tak po vyhodnocení vzorku v terénu mohl vodu přepravit k podrobnější analýze do laboratoře. Varianty jsou vhodnější pro rozměrnější display.

#### 4.1.5 Přístroje inspirované kapkou vody a přístroje se zjednodušeným ovládáním

---



Obr. 4-6 Přístroje inspirované kapkou vody a se zjednodušeným ovládáním

V prvních dvou návrzích jsem se inspirovala kapkou vody, přičemž v prvním z nich byla tato idea přenesena na rukojeť, která by mohla být odnímatelná a zároveň by se dala natočit do takové pozice, aby byla také stojanem. Druhý návrh počítá s držetím přístroje v obou rukách – podobné např. držení tabletu. Ve zbylých dvou návrzích došlo k redukci ovládacích prvků na nutné minimum. V bočních částech poslední varianty by se nacházely úchyty pro textilní pásek se suchým zipem, který by sloužil pro navlečení na dlaň nebo k uchycení na různé objekty ve vodárenských halách.

#### 4.1.6 Zhodnocení prvotních skic a řešení uživatelských možností

---

Zhodnocení prvních návrhů proběhlo na základě konzultace s dalšími řešiteli projektu a bylo rozhodnuto ubírat se cestou prvních dvou skupin – volit co nejjednodušší ovládání (v této chvíli nebylo rozhodnuto o konečném počtu ovládacích prvků ani o velikosti displeje) s co nejmenšími výrobními náklady, tzn. i rozměry. Dále bylo rozhodnuto, že prostor pro uschování vzorků vody není nezbytný a nebude tedy vhodné jej do návrhu integrovat. Uživatel si bude moci naměřené výsledky vyhledat zpětně pomocí navrženého softwaru.



## 4.2 4.2 Variantní studie I



Obr. 4-7 Variantní studie I

Tvar první varianty je inspirován kapkou vody. Model disponuje zužující se rukojetí a pěti ovládacími prvky uspořádaných do kruhu. V čelní části přístroje se nachází prolis pro zavedení cely s tištěnou elektrodou. Aby nedošlo k záměně směru jejího vsunutí, je prolis opatřen piktogramy v takovém pořadí, aby aplikace do přístroje proběhla bezchybně. V horní části přístroje by se nacházel otvor pro protažení oka, jehož pomocí by se model mohl zavěsit na krk. Jako nevýhody tohoto modelu se jeví nevyužitý prostor v oblasti rukojeti a velké rozměry – jelikož má být součástí výsledného designu i návrh kufříku, znamenalo by to větší náklady s tím spojené. Řešením volného prostoru je buď jej smysluplně využít (např. pro uschování náhradního zdroje, náhradních senzorů apod.), anebo rukojeť vhodně zmenšit.

## 4.3 4.3 Variantní studie II



Obr. 4-8 Variantní studie II

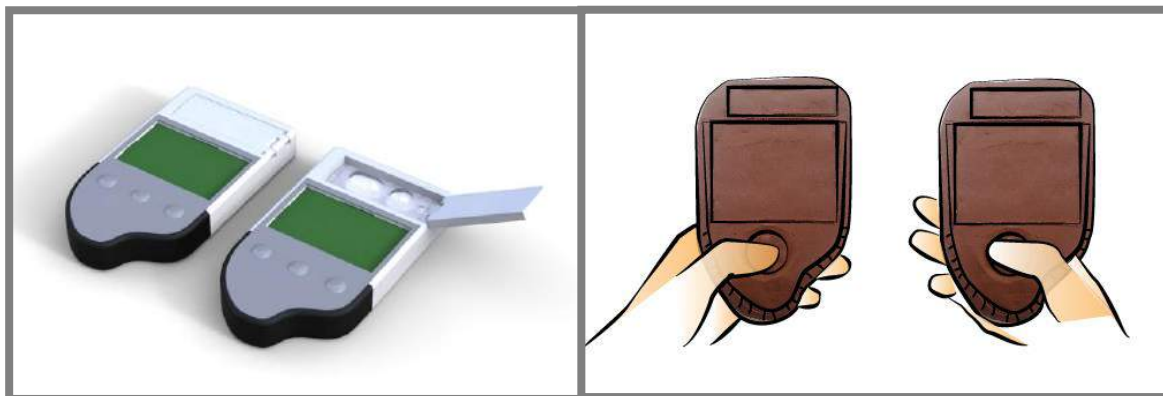
Pro přebytek nevyužitého prostoru v oblasti rukojeti v prvním návrhu jsem se rozhodla v následující variantě umožnit uživateli se rozhodnout, zda bude rukojeť potřebovat, či nikoliv. Tvar zůstává stále u kapky vody, ale hmota rukojeti byla zredukována na pouze její obrysovou část, čímž přístroj opticky, ale i váhou odlehčuje. Po bočních stranách přístroje by se nacházely 2 prohlubně pro čepy rukojeti.

Rukojeť by mohl uživatel jednoduše odstranit, anebo ji při otočení využít jako poutko pro zavěšení na krk. Nevýhodou návrhu by mohla být přílišná subtilnost rukojeti - její neergonomické držení (nutno odzkoušet na zkušebním modelu) nebo její ztráta. Počet ovládacích prvků byl v tomto případě snížen na 3 základní – tedy hlavní tlačítko pro zapnutí, vypnutí přístroje nebo potvrzení úkonu. Dalšími dvěma tlačítky by byly šipky pro pohyb v menu nahoru/dolů nebo vlevo/vpravo.

#### 4.4 Variantní studie III

4.4

---



Obr. 4-9 Variantní studie III

V této variantě je navrženo řešení vzniklých problémů pomocí kompromisu mezi příliš subtilní rukojetí (viz. 4.3) a naopak velkou a hmotnou rukojetí prvního návrhu. Byla zmenšena natolik, aby se stále dala pohodlně uchopit a ovládací prvky byly v dosahu palce. Při symetrickém řešení by však mohlo docházet k vyklouzávání z ruky – uživatel může mít buď rukavice, nebo mokré ruce. Proto bylo v pravé části modelu provedeno odlehčení – vybrání materiálu směrem dovnitř přístroje. Při držení pravou rukou to této částí zapadne a opírá se část palce, při držení levou rukou konce malíčku, prsteníčku... Následně bude varianta odzkoušena na hliněném modelu, aby došlo k potvrzení této idey.

#### 4.5 Postup při řešení finální varianty

4.5

---

Po další konzultaci s řešiteli projektu byla jako nejperspektivnější vybrána třetí variantní studie. Vhodnost tohoto návrhu bude ověřena na modelu z claye, dále optimalizovány rozměry pro co nejkomfortnější práci s přístrojem. Dalším novým poznatkem je nutnost integrace konektoru pro připojení senzoru ne na čelní plochu, ale dovnitř přístroje tak, aby stále zůstal zakryt a nedošlo tak k poškození vnějšími vlivy. Dojde k jeho hlubšímu zapuštění do přístroje a bude navržena snímatelná část krytu v místě, kde se bude konektor nacházet.

## 5 5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Jelikož se jedná o zcela nový produkt, který se teprve chystá uchytit se na trhu, je velice důležité provázat tvarové řešení všech dílčích částí – řešení samotného přístroje i jeho příslušenství. Při rozhodování zákazníka o koupi může mít i takový zdánlivě nepodstatný detail nemalou roli. Produkt tím pádem působí kvalitním a originálním dojmem a dává o sobě najevo, že pozornost byla věnována komplexnímu řešení a nic nebylo tzv. odbyto.

### 5.1 5.1 Tvarové řešení detektoru

Inspirací pro základní tvar přístroje mi bylo prostředí, ve kterém se detektor bude používat. Výsledné tvarové řešení je modifikací třetí variantní studie, jejíž ergonomická vhodnost byla ověřena na hliněném modelu. Držení modelu v pravé ruce potvrdilo předpoklad jeho snadného držení a dosahu palce na všechny ovládací prvky, které byly rozmístěny jak lineárně, tak v kruhovém uspořádání. Po uchopení přístroje do levé ruky se však asymetrické tvarování stalo spíše nevýhodou a ovládání bylo značně ztěženo.

Proto jsem se dále rozhodla pokračovat na této variantě s použitím symetrie ve spodní části krytu, avšak při zachování charakteristických rysů variantního návrhu.



Obr. 5-1 Finální tvarové řešení detektoru – funkční poloha

Výrazovým prvkem finálního návrhu je již zmiňované zúžení ve spodní části modelu. Tentokrát však k tomuto zúžení došlo pouze v čelní části přístroje, tedy na horním krytu. Jeho design tak může uživateli připomínat pomyslně stékající kapalinu, jejíž symbolika tak udává identitu přístroje. Na toto zúžení plynule navazuje jemně zkosená hrana, táhnoucí se po celém obvodu přístroje. Zkosení dodává přístroji odolnější výraz a dynamičtější ráz.

Základním motivem, který se do návrhu několikrát promítá, je půlkruhová výseč. V tomto duchu je tvarována spodní část krytování, klávesnice a transparentní část výsuvného krytu.

Obdélníková výseč se zaoblenými rohy, která slouží jako těsnění pro USB port, reflektuje lineárně zakončený kryt přístroje v horní části. Barevně není těsnění nijak odlišeno a splývá tak do jednoho celku s horním krytem.

Aby byl celý model vizuálně propojen, je transparentní část výsuvného krytu obklopena půlkruhovou výsečí – samolepkou – v barvě horního krytu, která jej tak opticky naváže na zbytek celku.



Obr. 5-2 Finální tvarové řešení detektoru – perspektivní pohled

## 5.2 Tvarové řešení cely

5.2

Senzorový článek, se po vysunutí krytu zavádí do konektoru přístroje a nese v sobě vzorek kapaliny. Jak již bylo uvedeno, skládá se z tištěné elektrody a cely, která ji obklopuje. Tato cela se dále člení na tři menší ‚bubliny‘, z nichž každá má svou zvláštní funkci a bude detailněji popsána v následujících kapitolách. Aby bylo její používání pro uživatele intuitivní, byl její původní tvar pozměněn. Obdélníkový okraj cely ani elektrody nelze nijak modifikovat, a to z důvodu probíhajících obvodů, které jsou důležité pro správou elektrochemickou detekci.

Oválná bublina sloužící uživateli jakožto pumpička pro nasání vzorku zůstala nezměněna a připomíná tvar otisku prstu. Snadno by se ale mohlo stát, že dojde k přehmatu a uživatel bude stlačovat kulatou bublinu, která je určena pro uchování kapaliny.

Nejen, že tak kapalinu do senzoru nenasaje, ale mohl by poškodit jak celu, tak elektrodu a tím pádem znehodnotit výsledky měření. Proto byla její podoba přeměněna v symbolickou kapku vody.



Obr. 5-3 Tvarové řešení cely

### 5.3 Tvarové řešení kufříku



Obr. 5-4 Tvarové řešení kufříku

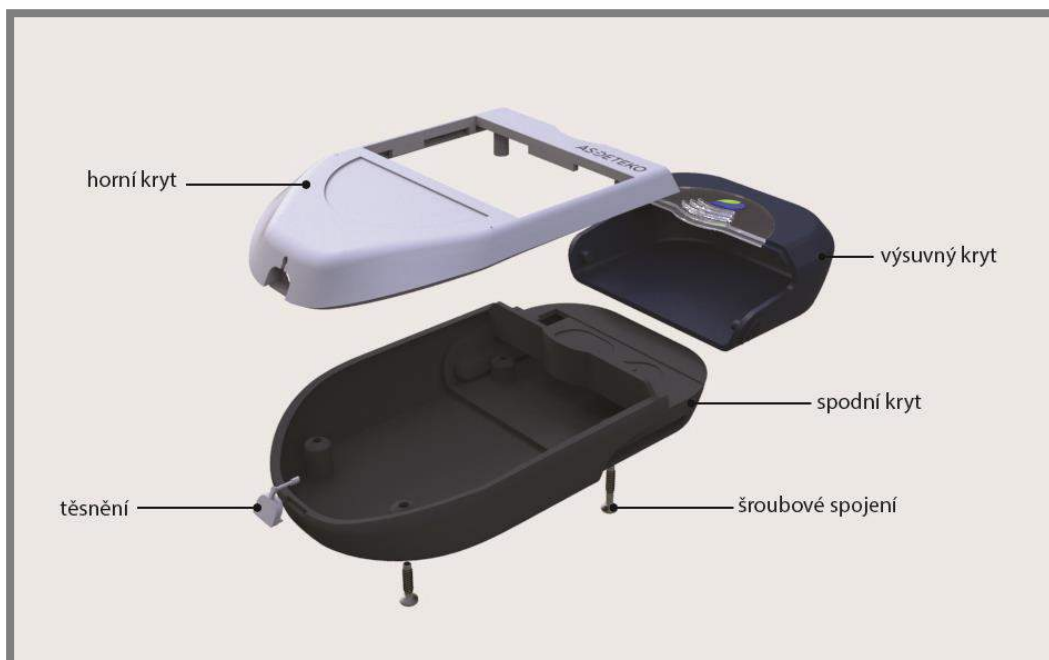
Součástí řešení této práce je i koncepční návrh kufříku pro přenos nezbytného příslušenství. Design kufříku je navržen tak, aby byl snadno zaformovatelný pro případnou výrobu a tím pádem levně vyrobitelný. Spodní prulis opět reflektuje půlkruhový motiv, který se opakuje na přístroji a zároveň hmotu opticky odlehčuje. Aby uživatel lehce rozpoznal správné položení jinak zcela symetrický kufříku, je spodní část lineární a horní výklopná část je zaoblena, takže při položení na ni je kufřík nestabilní. Horní část je navíc opatřena navrženým logotypem produktu.

## 6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

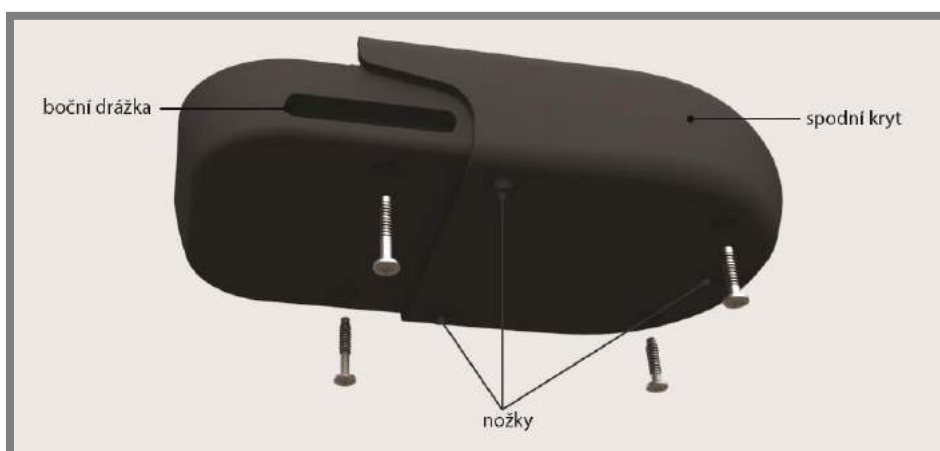
### 6.1 Konstrukce krytu a jeho výroba

6.1



Obr. 6-1 Konstrukce krytu detektoru

Kryt přístroje se skládá se 4 samostatných plastových výlisků. Jsou to: horní a spodní kryt, výsuvný kryt a těsnění. Aby bylo dosaženo požadovaného stupně krytí, jsou horní a spodní kryt spojeny pomocí 4 šroubů. Po spojení těchto dvou součástí se pomocí své vlastní roztažnosti do drážek na bočních stranách připojí výsuvný kryt. Tento kryt není po nasazení zcela odnímatelný a v určité poloze se po vytažení zastaví, takže nemůže dojít k jeho ztrátě. Zároveň při uzavření překrývá dva šrouby.



Obr. 6-2 Detail spodního krytu detektoru

Spodní a výsuvný kryt disponují třemi drobnými nožkami, které jsou uspořádány do trojúhelníku. Nožky mají za úkol snížit odírání mezi plochami krytu a stykovou plochou.

### 6.1.1 Technologické řešení

Na základě konzultace s řešitelským týmem byl vybrán jako materiál pro výrobu krytů polypropylen a způsob výroby vstřikování do formy. Jak můžeme vidět v následující tabulce, jedná se jeden z chemicky nejodolnějších polymerů. Z tohoto hlediska je obecně nejodolnějším materiálem PTFE, spíše známý, jako teflon. Ke zvolenému způsobu výroby se však standardně nepoužívá. Pro zvýšení kvality výsledku by případně mohl přispět ve formě příměsi do zvoleného termoplastu.

Tab. 1 Chemická odolnost polymerů vůči prvků (1-velká, 2-střední, 3-malá) [42]

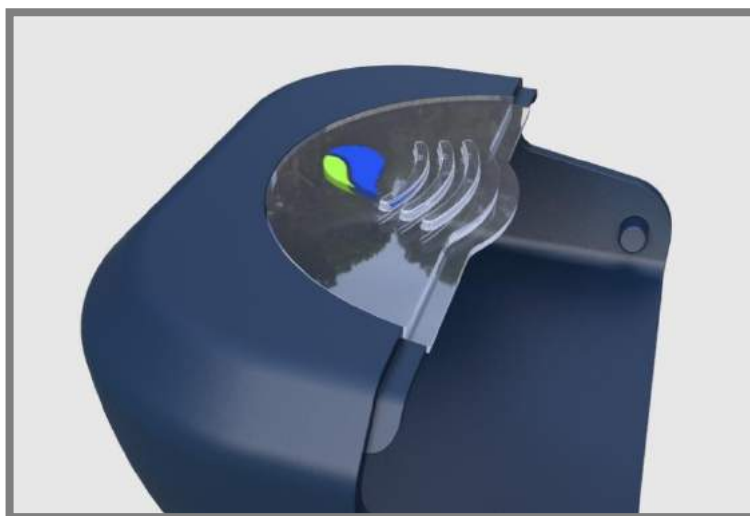
POLYMER	VODA	KYSELINA	ZÁSADA	OXID	ROZPOUŠTĚDLO
PE	1	1	1	2-3	1-2
PP	1	1	1	2-3	1-2
PTFE	1	1	1	1	1
PVC	1	1-2	1-2	2-3	1-3
PS-GP	1	1-2	1	2-3	3
PMMA	2	2	2	2-3	3
PET	1	2	3	3	1-3
PC	1	2-3	3	3	2-3
POM	1	3	2	3	1-3
PA	2	3	2	3	1-3

Pro výrobu vstřikováním je nejdříve potřeba jednotlivé krytové součásti upravit tak, aby byly snadno zaformovatelné. Jedná se především o zvolení správné tloušťky stěny a velikosti zaoblení hran, případně přidání konstrukčních žebër. Obecně platí, že čím větší tloušťka stěny, tím větší smrštění materiálu může při výrobě nastat. Minimální úkos stěn je u většiny materiálů  $0,5^\circ$ , standardně se používá úhel  $1^\circ$ . Tloušťka stěny by měla být v celém modelu konstantní, případně musí být vytvořeny plynulé přechody. Kritická tloušťka některých materiálů je 5mm. [43] [47]

Zhodnocení těchto parametrů bývá úkolem technologa, který model na základě výrobních norem, které firma používá, upraví. Aby byly formy pro vstřikované díly co nejjednodušší, pravděpodobně dojde u spodního krytu k dalšímu rozčlenění, a to v horní třetině modelu, kde se nachází plocha pro nasunutí cely do konektoru.

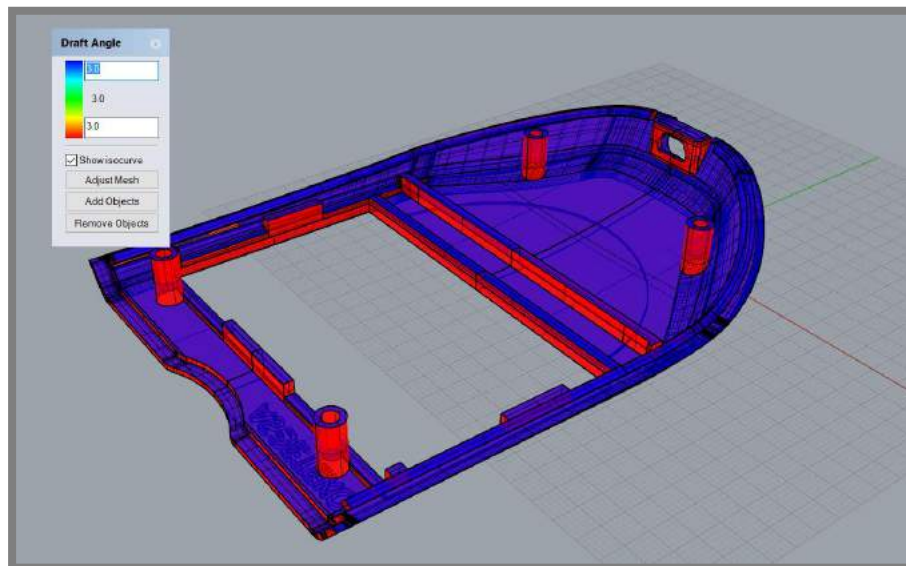
Výsuvný kryt, jež se skládá z transparentní a plnobarevné části bude vyroben metodou vícesložkového vstřikování. Transparentní i plnobarevný materiál tedy budou vstřikovány do jedné kombinované formy a ve výsledku budou tvořit jeden celek. V případě, že by se tyto části vyráběly samostatně a poté lepily, by mohlo dojít k vylomení transparentní součásti.





Obr. 6-3 Detail výsuvného krytu detektoru bez samolepky

Pro výrobu funkčního vzorku detektoru, jež je výstupem této práce, jsem zvolila tloušťku krytu 2mm z důvodu nutného opracování broušením pro povrchovou úpravu. Prototyp bude vyroben pomocí 3D tisku z materiálu ABS s použitím reálných vnitřních komponent.

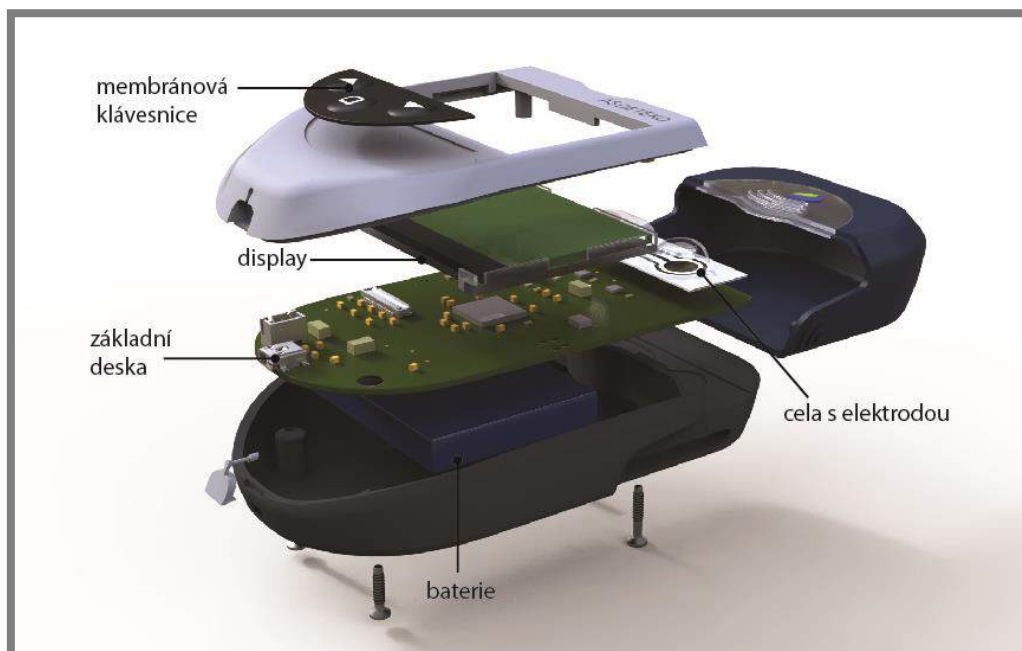


Obr. 6-4 Horní kryt detektoru v programu Rhinoceros

Na obrázku lze vidět zaformovatelnost horního krytu detektoru. Červeně zvýrazněné plochy jsou nyní kolmé nebo s podkoso (pro výrobu prototypu dostačující), ale krytové součásti je třeba s pomocí výrobního technologa upravit tak, aby byl model z formy snadno vyjmutelný – správný úhel stěn, přidání zaoblení apod.



## 6.2 Specifikace použitých komponent a jejich umístění



Obr. 6-5 Rozmístění jednotlivých komponent

### 6.2.1 Display Newhaven 128x64

Monochromatický display disponuje rozměry 71.3 x 54.9 mm. Je připojen pružným 30 pinovým konektorem k plošnému spoji a zároveň přilepen k hornímu krytu přístroje. [44]

### 6.2.2 Membránová klávesnice

Černá třítláčková membránová klávesnice má tvar půlkruhové výseče. Bílé piktogramy jsou vytvořeny metodou sítotisku. Klávesnice bude opět připojena k plošnému spoji, a zároveň přilepena do prolisu v čelní části horního krytu.

### 6.2.3 Baterie LP-454965-2P-3M

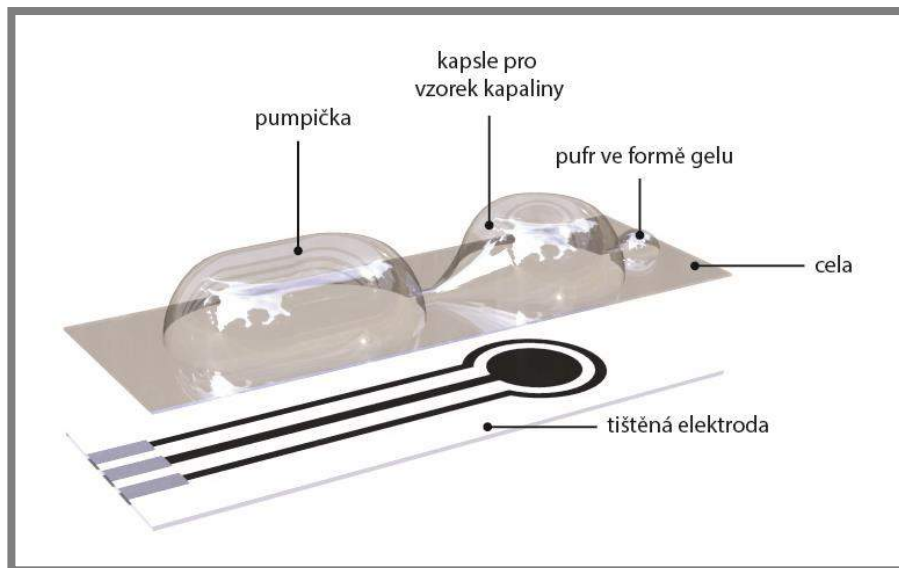
Baterie o rozměrech 68 x 50 x 9.5 mm se nachází pod základní deskou. Přístroj bude rozebíratelný pouze servisně, tím pádem k baterii není třeba vytvářet přístup ze spodního krytu. [45]

### 6.2.4 Základní deska

Základní deska je předmětem návrhu řešitelů ze ZČU v Plzni a je vytvořena přímo na míru k přístroji. Bude uchycena pomocí šroubů, které zároveň spojují horní a dolní kryt. V dolní části se nachází vstup pro mini USB port, do horní části bude zasazen 6pinový konektor pro připojení tištěné elektrody.

### 6.2.5 Cela s elektrodou

Senzorový článek je tvořen celou, která je spojena s tištěnou elektrodou. Cela (60x20mm) se skládá z několika částí a to pumpičky, kapsle, do níž je nasán vzorek kapaliny a kapsle, jež je naplněna speciálně upraveným pufrům ve formě gelu. Pomocí pumpičky je do cely přes kapsli s gelem nasán vzorek vody. Po krátkém zatřesení je vzorek řádně předupraven a může být zaveden do konektoru. Pomocí jednoho senzoru bude možno detekovat několik různých těžkých kovů zároveň.



Obr. 6-6 Cela s tištěnou elektrodou

## 6.3 Konstrukční řešení kufříku

6.3

---



Obr. 6-7 Konstrukční řešení kufříku

Kuřík se skládá ze dvou plastových rámu, které budou stejně jako kryt detektoru vyráběny metodou vstřikování. Rámy jsou spojeny dvěma panty, které umožňují jejich otočení až o 180°. Uvnitř kuříku se nachází pěnová výplň, do které bude umístěn detektor s příslušenstvím a která zabrání jejich případnému poškození. Do horního rámu jsou integrovány dva zámky v oblasti držadla. Zámky zajistí kuřík proti otevření přetažením do prolisu ve spodním rámu.



Obr. 6-8 Detailnější pohled na zámek kuříku

## 6.4

### 6.4 Základní rozměry

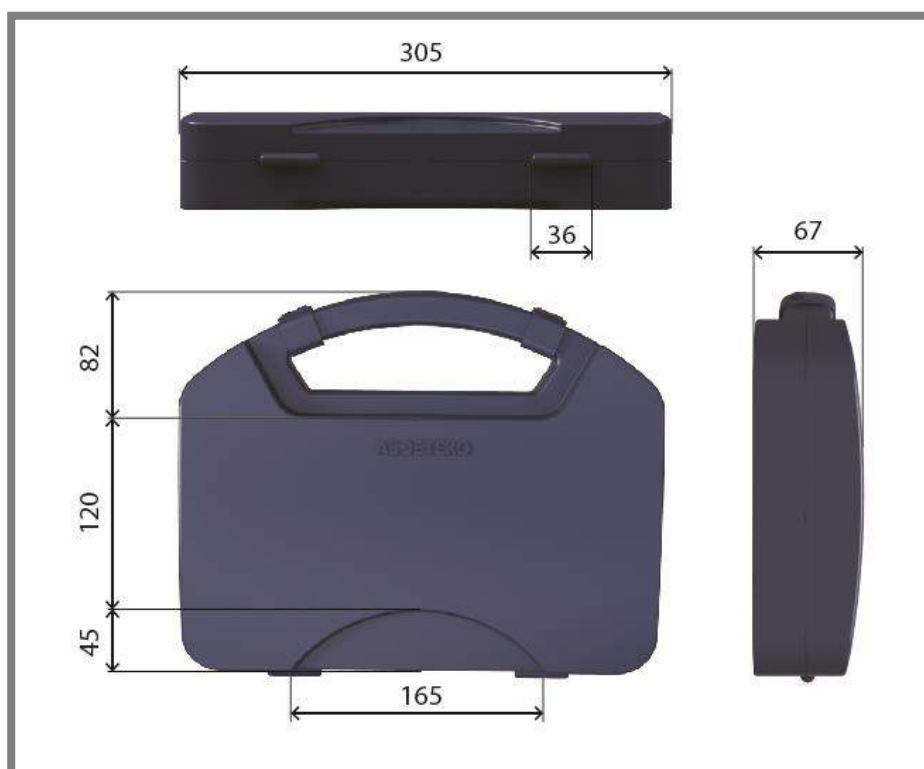
Základní rozměry detektoru se odvíjí od rozměrů použitých komponent, stejně tak, jako rozměry kuříku závisí na velikosti a počtu potřebného příslušenství. Mezi příslušenství můžeme zařadit sadu senzorů, poutko pro zavěšení detektoru na krk, 5V adaptér a mini USB kabel. Rozměry v následujících obrázcích jsou uvedeny v jednotkách mm.



Obr. 6-9 Příslušenství kuříku



Obr. 6-10 Základní rozměry detektoru



Obr. 6-11 Základní rozměry kufříku

6.5

### 6.5 Dobíjení, přenos dat a zavěšení na krk

Dobíjení přístroje bude probíhat pomocí zapojení mini USB do počítače či adaptéru. Nejdříve je třeba odstranit těsnění. Další možností, jak data přenášet, je skrze bluetooth rozhraní. Prostor pro navlečení poutka se nachází pod USB vstupem (lze vidět v předchozí kapitole 6.4 Základní rozměry).



Obr. 6-12 Použití poutka a USB

6.6

### 6.6 Ergonomické řešení

Z poznatků designerské analýzy vyplývá, že ergonomie obdobných přístrojů není vždy řešena, což může vést k jejich nepohodlnému používání. Jelikož navrhovaný přístroj bude uživatel často uchopovat, je nutné tomuto faktu design přizpůsobit.

#### 6.6.1 Uchopení detektoru



Obr. 6-13 Uchopení detektoru

Pro pohodlné držení byla spodní část horního krytu zúžena, čímž vznikl prostor pro položení spodní části palce – viz červená šrafa na obr. 6.13. Tlačítka o průměru 12mm jsou uspořádána do trojúhelníku, kde prostřední tlačítko umístěno v jeho vrcholu je nejvíce důležité.

#### 6.6.2 Zavedení senzoru do konektoru a vysouvání krytu

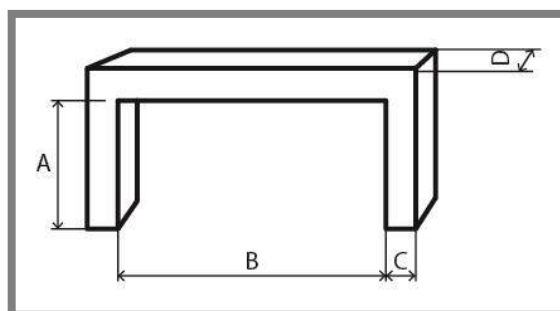
Pro vysunutí krytu z na omak poměrně hladkého materiálu, jsou na výsuvné části umístěny 3 drážky a to jak na čelní transparentní stěně, tak na bocích téže krytu. Navádí tak zároveň uživatele, jakým směrem kryt sejmout. Lze vidět na obr. 5.2 v kapitole Tvarové řešení. Tentýž motiv se opakuje na zámcích kufříku na obr. 6.8 této kapitoly. Zavedení senzoru uživateli zjednodušují drážky o rozměrech cely (tedy 60 x 20mm).



Obr. 6-14 Zavádění senzoru po drážkách

#### 6.6.3 Uchopení kufříku

Rozměry madla odpovídají ergonomickým požadavkům a splňují minimální rozměry pro zavazadlo do hmotnosti 9kg. [46]



Obr. 6-15 Rozměry držadla

**Tab. 2** Rozměry držadla

Rozměry v mm

	<b>MIN. ROZMĚR</b>	<b>ROZMĚR V NÁVRHU</b>
A	36	45
B	97	160
C	9	23
D	22	30

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7

### 7.1 Logotyp AS-DETEKO

7.1

Název přístroje vyplývá z jeho funkce – tedy detekce – DETEKO. Jelikož distributorem detektoru je firma Asio s.r.o., je název doplněn o předponu AS. Pro tvorbu logotypu byl použit upravený font Multicolor. Zvolen byl pro svou snadnou čitelnost a oblé zakončení jednotlivých znaků bez patek. Pomlčka mezi písmeny S a D symbolizuje pin konektoru tištěné elektrody.



Obr. 7-1 Logotyp černo-bílý a ve firemních barvách



Obr. 7-2 Ukázka fontu Multicolor

Preferovanou barevnou variantou návrhu je pro svou neutrálnost a formalitu design se světle šedým horním krytem a tmavo-šedým spodním krytem. Vyjímatečný kryt disponuje tmavo-modrou barvou, jež evokuje vodní prostředí. Barevným akcentem je zde samolepka firmy Asio ve středu transparentního krytu.

Dalším grafickým prvkem je kruhová výseč v podobě samolepky na výsuvném krytu, překrývající okraje spojení svou materiálů. Nejen, že má tato samolepka barevně provázat horní a výsuvný kryt, ale také kryje případné rozmazání v kontaktu transparentního a plnobarevného plastu, ke kterému může při výrobě vstřikováním o jedné formy dojít.



## 7.2 Barevné varianty



Obr. 7-3 Barevné varianty detektoru

Variant je mnoho, nabízí se např. použití barev dle grafického manuálu zákazníka. Pro výrobce není problémem použít jak na klávesnici, tak pro výrobu krytu jakýkoliv barevný odstín, avšak při kusové výrobě by mohlo dojít k výraznému prodražení.

Další možností je použití barev distributora – např. kryt ve výrazně zelené a modré barevnosti by byl při ztrátě či v šeru lépe viditelným.

Použit lze také různě podsvícené displeje. Pro výrobu prototypu byl zakoupen displej s tmavo-zeleným podsvícením. Výrobci však nabízí velké množství displejů s podsvícením v šedé, modré, či světle zelené barvě, které by na přístroji působily o něco současněji a neevokovaly by vzhled letitých mobilních telefonů. V tomto případě by při jejich použití ke zvýšení ceny nedošlo, jelikož se jedná o záležitost v řádech stovek korun. [47]

Preferovaná barevnost CMYK:

Horní kryt: 0/0/0/20

Spodní kryt: 0/0/0/90

Výsuvný kryt: 100/100/25/25

Preferovaná barevnost RGB:

Horní kryt: 209/210/212

Spodní kryt: 64/64/65

Výsuvný kryt: 38/34/97

### 7.3 Grafický návrh klávesnice

Aby byla klávesnice co nejuniverzálnější a nebyla náchylná k znečištění, vybrala jsem pro její návrh černou barvu s kontrastními bílými piktogramy, které jsou vytvořeny sítotiskem. Jak je již uvedeno, výrobce je schopen klávesnici zhotovit v jakémkoliv barevném provedení, takže zákazník má řadu možností.

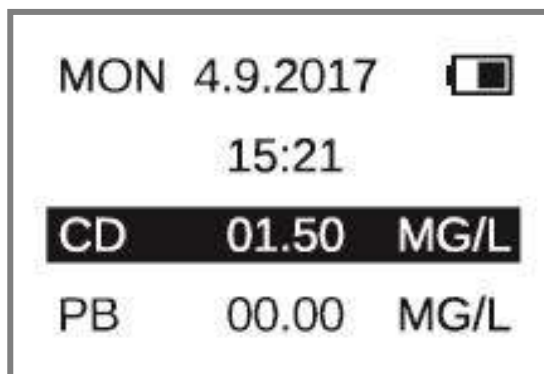
Středové tlačítko ve tvaru čtverce se zaoblenými rohy slouží pro potvrzení, přepínání do základního menu a zapnutí či vypnutí přístroje. Šipky slouží pouze pro pohyb v menu.



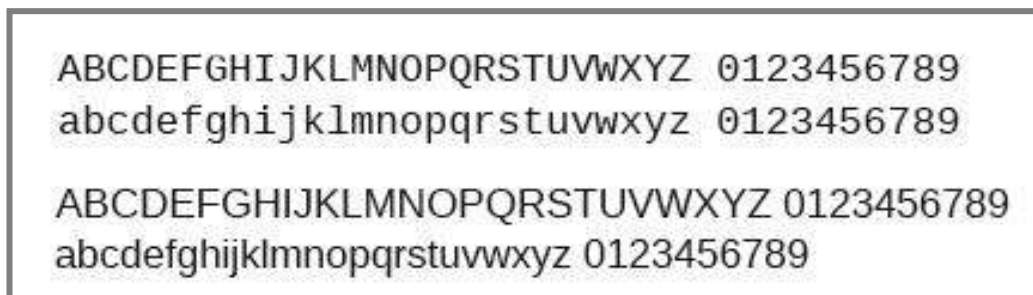
Obr. 7-4 Grafický návrh klávesnice

### 7.4 Grafické řešení displeje

Řešitelé ze ZČU v Plzni naprogramovali pro použití displeje fonty Liberation Mono a Liberation Sans. Fonty je možno libovolně naškálovat, tedy vygenerovat jejich různé velikosti. Favorizovaným fontem je pro svou okrouhlost písmo Liberation Mono.



Obr. 7-5 Grafický návrh displeje



Obr. 7-6 Srovnání fontů Liberation Mono a Liberation Sans

### 7.5 Návod pro zasunutí senzoru

Aby uživatel hned na první pohled rozeznal jakým směrem správně zasunout senzor do konektoru v přístroji, byla plocha pro jeho zavedení opatřena prolisem piktogramů. Piktogramy odpovídají tvaru kapslí na cele a jsou uvedeny v pořadí žádoucího zasunutí. V případě špatného zavedení do konektoru hrozí poškození jak této komponenty, tak elektrody a může dojít k nesprávnému naměření koncentrace kovů.



Obr. 7-7 Návod pro zasunutí senzoru

## 8 DISKUZE

8

### 8.1 Psychologická funkce

8.1

#### 8.1.1 Intuitivnost ovládání

V době, kdy nás obklopují všudypřítomné nejnovější technologie, je důležité nejen jít tzv. s dobou a do ovládání integrovat nejnovější ovládací prvky, ale také je srozumitelně umístit a interpretovat. Moderní dotykové displeje jsou zejména pro starší generace často náročné na obsluhu, jelikož vyžadují správný tlak prstu. Starší pracovníci používající takovéto zařízení by se mohli cítit zmateni a tutéž operaci na přístroji bezvýsledně vykonávat stále dokola. Výhodou membránové klávesnice, která je použita v designu navrhovaného zařízení je pocit „prasknutí“ při zatlačení tlačítka, čímž dává uživateli jasně najevo, že k jeho stlačení opravdu došlo.

Ke správnému a jednoduchému používání přístroje slouží také piktogramy pro nasunutí senzoru, jehož cela byla modifikována tak, aby uživatel nemohl zaměnit pumpičku a kapsli pro kapku vody. Důležitým prvkem je také detail ve formě malých půlkruhových drážek na výsuvném krytu detektoru, které uživateli usnadňují jeho vytažení a ukazují jeho správný směr.

#### 8.1.2 Zvolené barvy a materiály

Pro preferovanou barevnou variantu přístroje byly zvoleny barvy, díky kterým má přístroj působit profesionálně, díky použití barevného akcentu i přátelsky. Ostré hrany a černo-černá barevnost by v uživateli mohly vyvolat nesympatické pocity z užívání, naopak použití bílé či pastelové barvy evokují křehkost, případně použití jako zařízení pro děti. Jako výrobní materiál byl zvolen polypropylen, což je měkký termoplast, který je poměrně příjemný na omak. Dalším možným způsobem výroby by mohlo být např. lisování či ohýbání kovových materiálů. Tyto materiály však kromě toho, že jsou tepelně vodivé, což je v tomto případě nežádoucí kvůli případnému zahřívání, jsou studené a tvrdé na omak, což by uživateli mohlo být při delším používání nepříjemné.

### 8.2 Ekonomická funkce

8.2

Marketing je nezbytnou součástí celého procesu vzniku nového výrobku. Zahrnuje prozkoumání potřeb zákazníka, analýzu konkurence a rozhodnutí o dalším efektivním postupu při hledání cest na trh. Jeho charakteristickým znakem je zaměření se na cílového spotřebitele a jeho potřeby a přání – aby k tomu však mohlo dojít, musíme vědět, kdo tímto zákazníkem bude, protože každý druh zboží a služeb má své konkrétní potenciální zákazníky. [12]

#### 8.2.1 Podnikatelská strategie

Průběh projektu DeTeKo, jehož výsledkem je návrh levného tištěného senzoru pro detekci těžkých kovů ve vodném prostředí, je stanoven od ledna roku 2015 do prosince roku 2017. Aby tento projekt proběhl úspěšně, byl zvolen tzv. multi-disciplinární přístup řešení.

Na projektu se tedy bude spolupracovat několik vědních oborů. Členy řešitelského týmu a jejich dílčími úkoly jsou: [1]

Mendelova univerzita Brno – elektrochemické měření  
Západočeská univerzita v Plzni - návrh elektrodové struktury a obvodů  
Centrum organické chemie s.r.o. – vývoj tiskové technologie  
Vysoké učení technické v Brně – design detekční jednotky  
Asio spol. s r.o. – ověření v reálném provozu

Mezi současný sortiment firmy Asio spol. s r.o. patří vodohospodářské produkty pro rodinné domy, města, obce i průmysl. Společnost se uplatňuje v oborech vývoje, výroby i dodávek technologií pro čištění a úpravu vod a vzduchu.

Tato česká firma je zastoupena v dalších 32 zemích dceřinými společnostmi a sídlí v Brně. Její vizí je akronym NEW vyjadřující recyklaci nutrientů (N), energie (E) a vody (W). [13]

---

## 8.2.2 Analýza tržních příležitostí

Vybrané konkurenční firmy

### Andalyze

Firma se sídlem ve Spojených státech nabízí produkty pro testování znečištěných vod metodou DNA technologií zakládající se na nedávném objevu jejich katalytických vlastností. To znamená, že DNA není pouze nositelem pro genetické ukládání a přenos informací, ale také katalyzátorem pro řadu biologických procesů. Firma vyvinula speciální DNA snímače, které prověří vzorky během dvou minut. Společnost zaručuje nejen rapidní urychlení měřicího procesu, ale také snížení nákladů a náročnosti měření. [14]

V současnosti firma nabízí poměrně robustní fluorimetr druhé generace (předchozí AND 1000) AND1100 – bližší popis viz designérská analýza. Oproti předchozí verzi je zařízení vybaveno kvalitnějším napájecím zdrojem a dvojnásobně citlivějšími senzory. Pouzdro fluorimetru bylo opatřeno texturou pro zlepšení jeho úchopu. [15]  
Do budoucna firma plánuje navýšit počet senzorů pro měření dalších prvků, jako jsou chrom, arsen, nikl, molybden a další.

### Dropsens

Dropsens je španělskou společností, která realizuje výrobu a případnou customizaci měřících senzorů tak, aby vyšli vstříc potřebám jednotlivých průmyslových firem a odvětvím. Spolupracuje s výzkumnými týmy technických univerzit technologických center. [16]

Firma nabízí poměrně široké množství produktů, jako je přenosný potenciostat, elektro-chemicko-luminiscenční a spektro-elektro-chemické nástroje a příslušenství, speciální tištěné elektrody a různé laboratorní sady.

Distributory firmy lze najít po celém světě, v Evropě jsou kromě Česka to např. Bulharsko, Francie, Německo, Slovensko, Spojené království a sedm dalších zemí. [17]

Hach

Firma vznikla pod jiným názvem již v r. 1933 v Berlíně a jejím základním sortimentem byly především fotometry a později kyvetové testy. Nynější podoba společnosti je dána od roku 2004 a momentálně má firma 22 poboček po celém světě.

Zaměřuje se na zlepšování a vývoji aplikací – např. optických metod LDO. Výhodou senzorů LDO je kromě přesného měření i odolnost vůči znečištění usazeninami. Během posledních let došlo ke snížení množství surovin používaných pro kyvetové testy a firma taktéž nabízí jejich likvidaci. V široké nabídce produktů lze najít laboratorní přístroje a jejich vybavení, senzory, testovací soupravy a proužky a mnoho dalších. Z oblasti detekce nabízí např. kapesní kolorimetr Pocket II, již zmíněný kolorimetr DR900 nebo multimetr HQ40D. Firma rovněž distribuuje i výrobky společnosti Andalyze. [18]

Analýza a prognóza poptávky

Vyhodnocení přítomnosti chemických prvků ve vzorcích vody probíhá nejčastěji v laboratořích pomocí přesných avšak finančně náročných metod jako je AAS. Na trhu však existuje několik výrobců, které pro tyto účely vyrábí také přenosné přístroje.[1]

Poznatky z analýzy hlavních konkurenčních firem a designérské analýzy vedou k tomu, že je jedinou firmou, nabízející detekci prvků stejnou metodou (pomocí tištěných senzorů) je firma Dropsens. Ta se však svým zaměřením specializuje především na akademickou sféru a laboratoře a přístroj není schopen měřit několik prvků zároveň.

Detektor projektu DeTeKo umožní snadnou a rychlou analýzu těžkých kovů za co nejnižších provozních nákladů. (cena senzoru do 100 Kč, doba vyhodnocení do 5min.) Přístroj bude možno využít např. při ekologických haváriích nebo v systému čistíren odpadních vod. Reálnými zákazníky tak budou záchranné složky a technologové čistíren. [20]

### **8.2.3 Analýza a výběr cílových trhů**

Segmentace trhu a výběr cílového trhu

Je důležité prozkoumat specifika trhu, a proto je žádoucí určit základní marketingovou strategii. V tomto případě jde o cílený marketing. Obecně jde o proces, kdy se firma zaměří pouze na daný segment konečných spotřebitelů. V první fázi tohoto procesu dojde k rozčlenění trhu na tzv. tržní segmenty. Poté se firma zaměří na jeden či více z nich a provede tzv. tržní zacílení. V posledním kroku dochází k hledání konkrétních nástrojů a postupů pro získání vybraných potenciálních zákazníků.

### 8.2.3 Analýza a výběr cílových trhů

Segmentace trhu a výběr cílového trhu

Je důležité prozkoumat specifika trhu, a proto je žádoucí určit základní marketingovou strategii. V tomto případě jde o cílený marketing. Obecně jde o proces, kdy se firma zaměří pouze na daný segment konečných spotřebitelů. V první fázi tohoto procesu dojde k rozčlenění trhu na tzv. tržní segmenty. Poté se firma zaměří na jeden či více z nich a provede tzv. tržní zacílení. V posledním kroku dochází k hledání konkrétních nástrojů a postupů pro získání vybraných potenciálních zákazníků.

Segmentace trhu může později sloužit také při cílení na zákazníka při propagaci produktu – reklamní texty a kampaně apod. a tím urychlit podporu jeho prodeje. Segmentace průmyslových trhu může být provedena z geografického hlediska (velikosti firmy, rozmístění), dle nákupních kritérií (např. firmy, které chtějí vysokou kvalitu, nízkou cenu apod.) a kritérií provozu (technologie, potřeby služeb a servisu). [12]

V tomto případě segmentace z geografického hlediska není zcela potřebná, resp. cílový zákazník / kupující firma se může nacházet kdekoli na světě - v České republice a místech s obchodím zastoupením firmy Asio s.r.o. Konkrétněji lze pak místa použití detektoru zúžit na taková, kde se vyskytují vody s možným obsahem polutantů – těžkých kovů. To je např. v hutním a textilním průmyslu, galvanovnách, čistírnách odpadních vod. Jejich provozovatelé jsou ze zákona povinni pravidelně vzorky již upravených vod odebírat a vyhodnocovat. Úprava v těchto průmyslech znamená využití různých vyspělých technologických metod a procesů, které vedou k přeměně znečištěné vody na vodu, která je dále vhodná k dalšímu využití. [21]

Nákupními kritérii jsou nízká cena, vysoká přesnost vyhodnocených výsledků a jejich rychlé stanovení, což zaručí maximální konkurenceschopnost. Dalším faktorem, který může zákazníka ke koupi motivovat je jednoduché ovládání detektoru (čímž standardně používané laboratorní přístroje nedisponují a pracovník musí být o jejich použití řádně proškolen) a jeho ergonomické řešení. Výsledný design by měl tedy po všech stránkách vycházet vstříc uživateli a jeho potřebám.

### 8.2.4 Marketingová strategie

Výrobková strategie

Detektor bude od konkurence odlišen použitou metodou, kdy k vyhodnocení koncentrace těžkých kovů dojde během několika málo minut a to bez předúpravy vzorků – např. chemická aditiva apod. Stejně jako u produktů ostatních firem, i tento přístroj by měl vizuálně vykazovat určitou robustnost a odolnost. Diferenciace proběhne díky nízkým pořizovacím i provozním nákladům. Mezi požadavky firem také patří možnost zavěsit přístroj na krk a provádět měření přímo v provozu. Detektor bude součástí setu - bude umístěn v kufříku (taktéž je součástí designérského řešení) s dalšími potřebnými komponenty, určenými např. pro jeho dobíjení.



### Cenová úroveň

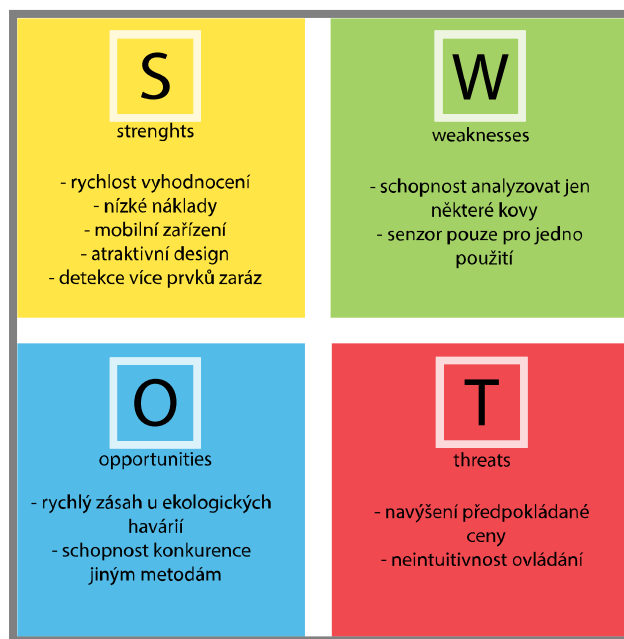
Ceny nepřenosných přístrojů určených pro vyhodnocení přítomnosti chemických prvků, jako jsou spektrometry apod. jsou často velmi vysoké, někdy se jedná i o statisíce. Ceny konkurenčních přenosných přístrojů (stejně tak jako nepřenosných) jsou ve velké většině dostupné pouze na vyžádání od konkrétních firem, orientačně se však pohybují v rámci desetitisíců. Navržený přístroj by neměl přesáhnout cenu 20 000,- Kč.

### Distribuce a podpora prodeje

Po skončení projektu dojde k ověření přístroje ve vybrané provozovně. Na základě jeho testování poté budou vytvořeny propagační materiály, které budou prezentovány na odborných seminářích firmy Asio spol. s r.o. a na veletrzích techniky. Jednou z cest propagace bude např. přímě oslovení podniků s nabídkou nového přístroje koncovému uživateli, jeho nabízení firmám poskytujícím servis odpadních vod včetně analýz a dále jeho nabídka záchranným složkám. Nejdříve bude přístroj uveden na trh v České a Slovenské republice, vzhledem k silnějšímu obchodnímu postavení firmy Asio s.r.o. Po jeho uchycení na trhu bude cílen do dalších zemí. [22]

### 8.2.5 SWOT analýza

SWOT analýza je jedním z nástrojů, díky kterým je možno určit silné a slabé stránky produktu, jeho příležitosti a případné hrozby. Metoda spočívá ve vyhodnocení jednotlivých zmíněných skupin. Na základě jejich interakce lze získat nové poznatky, které zhodnotí marketingové možnosti produktu. Výhodou navrhovaného zařízení oproti stávajícím výrobkům bude nižší pořizovací cena a také cena jednoho měření by neměla přesáhnout hranici konkurence. Model by mohl být díky promyšlenějšímu designu pro potenciálního zákazníka lákavější. Slabé stránky detektoru vyplývají především z nenaplnění předem stanovených cílů – tzn. může dojít k prodražení výroby nebo neschopnosti vyřešit vzniklé problémy týkající se vyhodnocení prvků. [23]



Obr. 8-1 SWOT analýza



### 8.3 Sociální funkce

Některé těžké kovy se dostávají do ovzduší a později do půdy a podzemních vod přirozenou cestou, jedná se o přírodní jev. Větší vliv má ale na znečištění životního prostředí člověk svou činností, zejména jsou pak na vině odpadní vody průmyslových firem. Koncentraci těžkých kovů v těchto vodách jsou firmy povinny pravidelně sledovat. Nezřídka však dochází k ekologickým haváriím, jejichž zdroj je žádoucí rozpoznat a zlikvidovat co nejdříve. Chemickou látku ve vodě je možné detekovat několika způsoby. Jedná se o velice přesné, ale zdlouhavé a finančně náročné metody vyhodnocení na nepřenosných laboratorních přístrojích nebo naopak o spíše orientační levnější testy, jako jsou reagenční proužky.

Na současný trh postupně přicházejí i výrobci nabízející přenosné detektory, které by umožnily stanovení obsahu těžkých kovů přímo na místě. Zde se nachází prostor pro inovaci, jelikož tyto přístroje a především jejich detekční metody jsou stále časově náročné, vyžadují proškolenou obsluhu a použití rozsáhlého příslušenství. Navržený přístroj vyplňuje mezeru na trhu jak v rámci přesnosti použité metody detekce, tak svým designem, který je uživateli maximálně přizpůsoben. Tyto přístroje mohou být vhodné pro použití nejen ve zmíněných průmyslových firmách, ale např. i menších halách, školních laboratořích nebo domácnostech s vlastní čistírnou či jímkou, které taktéž vyžadují pravidelné kontroly.

Cílem práce je navrhnout design elektronické vyhodnocovací jednotky pro detekci těžkých kovů ve vodě. Návrh komunikuje inovativní charakter přístroje, který je připravován k uvedení na trh. Cílem práce dalších členů týmu je především dosažení kvalitních a přesných výsledků měření a tím vytvoření konkurenčního produktu na trhu, který by vyplnil mezeru mezi drahými nepřenosnými přístroji a levnými nepřesnými testy a zajistil maximální vyločení lidské chyby. Jednotlivé fáze při navrhování designu byly po celou dobu zpracování konzultovány se zainteresovanými řešiteli na pravidelných setkáních, které probíhaly několikrát ročně v městech sídel daných univerzit a center.

Prvotním předpokladem v řešení designu bylo přihlédnutí k požadované nízké ceně zařízení i měření, tzn. navrhnout zařízení z kvalitních nenákladných materiálů, které se bude jednoduše vyrábět. Aby byl výrobek schopný se na trhu uchytit, bylo třeba také myslet na to, jakým způsobem jej bude uživatel používat. K vyvození takovéto ideové situace přispělo vytvoření prvních dvaceti návrhů detektoru, které se ve svých počátcích nezabývaly použitou technologií detekce, jako spíše prověřením různých uživatelských možností. Z toho vyplynul předpoklad funkční pozice v horizontální poloze a také například to, že uživatel již dále vzorek vody nebude potřebovat přenést, tudíž není třeba integrovat do přístroje úložné prostory. Žádoucí bude zavěšení detektoru pomocí poutka na krk a navržení koncepčního modelu kufříku pro případné příslušenství. V této chvíli byly řešiteli navrženy dvě varianty rozměrů monochromatického displeje. Výsledný design vznikl díky inspiraci vodním prostředím, ve kterém se detektor bude používat modifikací třetího variantního návrhu za použití symetrie. V tomto momentu bylo také určeno, že z důvodu dodržení stanoveného stupně krytí bude třeba integrovat konektor pro zasunutí elektrody dovnitř přístroje. Vznikl tedy výsuvný kryt disponující transparentní částí, jež umožňuje uživateli průhled na senzor a tím pádem kontrolu nad správným zavedením a měřením. Pro usnadnění nasunutí byly na plošku zařízení aplikovány piktogramy v témže pořadí, jako při zavádění senzoru.

Po určení finálního vzhledu a užívání přístroje byla řešena vhodnost použitých materiálů a výrobních postupů, která byla stručně nastíněna. Konkrétní konstrukční úpravy krytu bude v praxi zpracovávat technolog určené výrobní firmy. Dále byl zpracován návrh kufříku, jehož rozměry byly odvozeny od potřebného nepříliš rozsáhlého příslušenství. Poslední kapitoly této práce byly věnovány tvorbě logotypu, zvolení vhodné barevnosti a grafických prvků. Důležitou součástí návrhu je také kladné působení na psychiku člověka, jehož bylo dosaženo zvolením vhodného oblého tvarování a intuitivním ovládáním detektoru.

Cíle diplomové práce byly tímto splněny. Byly definovány různé koncepce řešení, z nichž vzešel finální design přístroje, který byl navržen s ohledem na levnou výrobu (vstřikování termoplastu) za použití nenákladných komponent, jako je např. monochromatický display. Přístroj je díky zužujícímu se krytu snadno uchopitelný a uživatel jej může v terénu snadno přenášet i bez kufříku a to s použitím poutka na krk.

Po otestování prototypu přístroje budou následovat drobné konstrukční úpravy krytu a zpracované podklady budou předány firmě Asio s.r.o. pro předpokládanou výrobu. V případě, že by se firma rozhodla zvolit inovativnější přístup zpracování designu, bylo by možným řešením namísto klávesnice a displeje integrovat dotykovou obrazovku. Pro dobíjení by stačilo zvolit indukční nabíjení namísto současného USB, čímž by se z návrhu vytratilo těsnění, které je jinak poměrně náchylnou součástí.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZDORJŮ

- [1] Detektor těžkých kovů. In: *Asio: Inovativní tištěný senzor pro detekci přítomnosti těžkých kovů ve vodném prostředí* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-11-16]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/deteko-detektor-tezkych-kovu>
- [2] MARTÍNKOVÁ, Simona. Informatika a výpočetní technika: [odborný učební text pro učitele a žáky]. Plzeň: Pedagogické centrum, 1995.
- [3] CÍDLOVÁ, KOHOUTKOVÁ, KŘIVÁNKOVÁ, ŠTĚPÁNEK a VALOVÁ. Elektrochemie. In: *Historie chemie* [online]. Brno, 2011 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/hist/19/elektrochemie.html>
- [4] Fluorimeter. In: *Andalyze* [online], c2017 [cit. 2017-5-16]. Dostupné z: <http://andalyze.com/products/fluorimeter/>
- [5] Sensors: Heavy Metal Sensors. In: *Andalyze* [online]. USA: Interthrive, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://andalyze.com/products/sensors/>
- [6] HQ40D Sada digitálního multimetru. In: *Hach* [online]. Praha, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <https://cz.hach.com/hq40d-sada-digitalniho-multimetru-plnitelna-sonda-ph-a-sonda-konduktivity-standardni-1-m/product-details?id=25651819400&callback=pf>
- [7] DR900 Robustní přenosný kolorimetr s pamětí. In: *Hach* [online]. Praha, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [https://cz.hach.com/dr-900-robustni-prenosny-kolorimetr-s-pameti/product?id=25651744591&\\_bt=70815926462&\\_bk=+dr%20+900&\\_bm=b&gclid=CL-d\\_KaJzs8CFROeGwodN1kB7w#](https://cz.hach.com/dr-900-robustni-prenosny-kolorimetr-s-pameti/product?id=25651744591&_bt=70815926462&_bk=+dr%20+900&_bm=b&gclid=CL-d_KaJzs8CFROeGwodN1kB7w#)
- [8] Portable Metalyser: Product Overview. In: *Trace2o* [online]. Bershire, UK [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.trace2o.com/shop/metalyser-portable-hm1000/>
- [9] Field Based Testing of Heavy Metals Becomes a Reality. In: *Environmental Technology* [online]. Hertfordshire, UK: Labmate, c2010 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/wagtech\\_international/field\\_based\\_testing\\_of\\_heavy\\_metals\\_becomes\\_a\\_reality/10527/](http://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/wagtech_international/field_based_testing_of_heavy_metals_becomes_a_reality/10527/)
- [10] Electrochemical reader. In: *Dropsens* [online]. Spain: Parque Tecnológico de Asturias [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.dropsens.com/pdfs\\_productos/new\\_brochures/dropstat.pdf](http://www.dropsens.com/pdfs_productos/new_brochures/dropstat.pdf)

- [11] Micro electrodes array. In: *Dropsens* [online]. Spain: Parque Tecnológico de Asturias [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.dropsens.com/en/pdfs\\_productos/new\\_brochures/g-mea222\\_g-mea555.pdf](http://www.dropsens.com/en/pdfs_productos/new_brochures/g-mea222_g-mea555.pdf)
- [12] ŠVARCOVÁ, Jena. *Ekonomie: stručný přehled : teorie a praxe aktuálně a v souvislostech*. 1. Zlín: CEED, 2007. ISBN 80-903-4334-1.
- [13] O společnosti. In: *Asio* [online]. Brno, 2011 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/o-spolecnosti>
- [14] About us. In: *Andalyze* [online]. USA [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://andalyze.com/about-us/>
- [15] NEW AND1100 Handheld Fluorimeter. In: *Andalyze* [online]. USA, c2011 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://andalyze.wpengine.com/wp-content/uploads/AND1100-Fluorimeter-Release-Note.pdf>
- [16] Services. In: *Dropsens* [online]. Spain, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.dropsens.com/en/services.html>
- [17] Distributors. In: *Dropsens* [online]. Spain, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.dropsens.com/en/distributors\\_europe.html](http://www.dropsens.com/en/distributors_europe.html)
- [18] Zjistěte, kdo jsme a co děláme. In: *Hach* [online]. Praha, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://cz.hach.com/about-us-overview>
- [19] Atomová absorpční spektrometrie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A1\\_absorp%C4%8Dn%C3%AD\\_spektrometrie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Atomov%C3%A1_absorp%C4%8Dn%C3%AD_spektrometrie)
- [20] TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČESKÉ REPUBLIKY. *Inovativní tištěný senzor pro detekci přítomnosti těžkých kovů ve vodním prostředí*. Praha, 2017, 48s.
- [21] Úprava vody pro průmyslové účely. In: *Asio* [online]. Brno, c2011-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/prumyslove-ucely>
- [22] Jakub Hála. *Senzory pro detekci přítomnosti těžkých kovů ve vodném prostředí*. Asio s.r.o., Brno, 2016
- [23] SWOT. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT>
- [24] Zdeněk Čížek. *Těžké kovy: sborník referátů*. Dopln. dot. Praha: BIJO, 1993. Aktuální ekologické otázky. ISBN Těžké kovy : sborník referátů. Těžké kovy : sborník referátů.

- [25] Petr Sobol. Železo a mangan. In: *Analýza a úprava vody: poznejte rozdíl v kvalitě vody* [online]. Staré Splavy, 2016 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.analyzavody.cz/vlastnosti-vody/zelezo-a-mangan/>
- [26] Michal Třeška. Vlastnosti a zdroje vody. In: *TZBinfo* [online]. 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/11321-jake-problemy-vody-se-resi-nejcasteji>
- [27] Arsen ve vodě, jeho účinky a odstranění. In: *UCV* [online]. 2015 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.ucv.cz/2016/02/15/arsen-ve-vode-jeho-ucinky-a-odstraneni/>
- [28] Arnika. In: *Zinek* [online]. Praha: Arnika, 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://arnika.org/zinek>
- [29] Arnika. In: *Kadmium* [online]. Praha: Arnika, 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://arnika.org/kadmium>
- [30] Arnika. In: *Měď* [online]. Praha: Arnika, 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://arnika.org/med>
- [31] Olovo v pitnej vode. In: *Aquatrend* [online]. Žilina, 2016 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.aquatrend.sk/blog/olovo-v-pitnej-vode>
- [32] Proužky testovací QuatoFix: Pro semikvantitativní analýzu. In: *Verkon* [online]. Praha, c2009-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.verkon.cz/prouzky-testovaci-quantofix-pro-semikvantitativni-analyzu>
- [33] KITY ANALYTICKÉ VISOCOLOR ECO: PRO KOLOMETRICKOU NEBO ODMĚRNOU ANALÝZU VODY. In: *Verkon* [online]. Praha, c2009-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.verkon.cz/kity-analyticke-visocolor-eco-pro-kolometrickou-nebo-odmernou-analyzu-vody>
- [34] Železo: Kyvetový test. In: *Hach* [online]. Praha, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://cz.hach.com/zelezo-ii-iii-kyvetovy-test-0-2-6-0-mg-l-fe/product?id=25651559099&callback=qs>
- [35] <https://www.hanna-cz.cz/Prenosny-stolni-fotometr-Chlor-volny-0-00-az-5-00-mg-l-HI96701-d244.htm>
- [36] Fotometrie. In: *Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední zdravotnická škola Hradec Králové: Laboratorní metody* [online]. Hradec Králové [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://labmet.zshk.cz/vyuka/fotometrie.aspx>
- [37] Products. In: *Analyze* [online]. USA, c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://andalyze.com/products/>

- [38] Screen-Printed Gold Electrodes. In: *Dropsens* [online]. Spain [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: [http://www.dropsens.com/pdfs\\_productos/new\\_brochures/gold\\_electrodes.pdf](http://www.dropsens.com/pdfs_productos/new_brochures/gold_electrodes.pdf)
- [39] Tabulka krytí IP: popis stupňů. In: *Elektrika* [online]. c1998-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/krip030918>
- [40] Štěpán Berka. *Elektrotechnická schémata a zapojení 1*. 1. BEN-Technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-2.
- [41] Technologie zpracování plastu. In: *Lisovna plastu* [online]. [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://lisovna-plastu.blogspot.cz/2011/05/zpracovani-plastu.html>
- [42] Ing. Luboš Běhálek, Ph.D. *Polymery: Chemická odolnost, koroze polymerů*. 1. publi.cz, 2016. ISBN 978-80-88058-68-7.
- [43] , Ing. Luboš Běhálek, Ph.D. *Polymery: Technologie plastů a vstřikování*. 1. publi.cz, 2016. ISBN 978-80-88058-68-7.
- [44] NHD-C12864CR-FSW-GBW. In: *Newhaven Display* [online]. c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.newhavendisplay.com/nhdc12864crfswgbw-p-4362.html?zenid=m9e93d36c2i2ons4g9pb854ov3>
- [45] BAK LP-454965-2P-3M. In: *Farnell* [online]. c2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://cz.farnell.com/bak/lp-454965-2p-3m/battery-lithium-ion-3-7v-3000mah/dp/2401855>
- [46] TILLEY, Alvin R. *The Measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Whitney Library of Design, 1993. ISBN 08-230-3031-8.
- [47] Ing. Jiří Bobek, Ph.D. *Vstřikovací formy pro zpracování termoplastů: Základní principy konstrukce plastových dílů*. 1. 2016. ISBN 978-80-88058-65-6.



**SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ**

Obr. 2-1 AND1100 Fluorimeter [4]	15
Obr. 2-2 Kufřík s fluorimetrem [4]	16
Obr. 2-3 Senzory fluorimetru [5]	16
Obr. 2-4 Displej fluorimetru [4]	16
Obr. 2-5 HACH HQ40 [6]	17
Obr. 2-6 Vlastní fotodokumentace HACH HQ40	17
Obr. 2-7 HACH DR900 [7]	18
Obr. 2-8 Metalyser Portable HM1000 [9]	19
Obr. 2-9 Metalyser Portable HM1000 v kufříku [8]	19
Obr. 2-10 Dropsens Dropstat [10]	20
Obr. 2-11 Elektrody Dropsens [11]	20
Obr. 2-12 Reagenční proužky Quantofix [32]	23
Obr. 2-13 Komparátory Visokolor [33]	24
Obr. 2-14 Kyvetové testy Hach [34]	24
Obr. 2-15 Fotometr Hanna Instruments [35]	25
Obr. 2-16 Elektroda Dropsens [38]	25
Obr. 2-17 3D model použitého displeje	26
Obr. 4-1 Piktogramy uživatelských možností	29
Obr. 4-2 Přístroje určené pro držení v ruce s využitím poutka	30
Obr. 4-3 Přístroje s větším displejem a rukojetí	30
Obr. 4-4 Přístroje s funkční polohou při postavení na	31
Obr. 4-5 Přístroje s integrovaným úložným prostorem	31
Obr. 4-6 Přístroje inspirované kapkou vody a se zjednodušeným ovládáním	32
Obr. 4-7 Variantní studie I	33
Obr. 4-8 Variantní studie II	33
Obr. 4-9 Variantní studie III	34
Obr. 5-1 Finální tvarové řešení detektoru – funkční poloha	35
Obr. 5-2 Finální tvarové řešení detektoru – perspektivní pohled	36
Obr. 5-3 Tvarové řešení cely	37
Obr. 5-4 Tvarové řešení kufříku	37
Obr. 6-1 Konstrukce krytu detektoru	38
Obr. 6-2 Detail spodního krytu detektoru	38
Obr. 6-3 Detail výsuvného krytu detektoru bez samolepky	40
Obr. 6-4 Horní kryt detektoru v programu Rhinoceros	40
Obr. 6-5 Rozmístění jednotlivých komponent	41
Obr. 6-6 Cela s tištěnou elektrodou	42
Obr. 6-7 Konstruktivní řešení kufříku	42
Obr. 6-8 Detailnější pohled na zámek kufříku	43
Obr. 6-9 Příslušenství kufříku	43
Obr. 6-10 Základní rozměry detektoru	44
Obr. 6-11 Základní rozměry kufříku	44
Obr. 6-12 Použití poutka a USB	45
Obr. 6-13 Uchopení detektoru	45
Obr. 6-14 Zavádění senzoru po drážkách	46
Obr. 6-15 Rozměry držadla	46
Obr. 7-1 Logotyp černo-bílý a ve firemních barvách	48

Obr. 7-2 Ukázka fontu Multicolor	48
Obr. 7-3 Barevné varianty detektoru	49
Obr. 7-4 Grafický návrh klávesnice	50
Obr. 7-5 Grafický návrh displeje	50
Obr. 7-6 Srovnání fontů Liberation Mono a Liberation Sans	50
Obr. 7-7 Návod pro zasunutí senzoru	51
Obr. 8-1 SWOT analýza	56

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Chemická odolnost polymerů vůči prvků	39
Tab. 2 Rozměry držadla	47

## SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšené postery A4 (4×)

Fotografie modelu A4

Postery (4×)

Fyzický model 1:1

## ZMENŠENÉ POSTERY



Design detektoru pro elektrochemickou detekci těžkých kovů ve vodním prostředí je vytvořen ve spolupráci s dalšími řešiteli v rámci projektu TAČR. Cílem práce dalších členů týmu bylo především dosažení kvalitních a přesných výsledků měření a tím vytvoření konkurenčního produktu na trhu, který by vyplnil mezeru mezi drahými nepřenosnými přístroji a levnými nepřesnými testy. Součástí návrhu je také kufřík pro přenos potřebného příslušenství. Výsledný design vznikl díky inspiraci vodním prostředím, ve kterém se detektor bude používat.

**T A**  
**Č R**

Technology  
Agency  
of the Czech Republic



USB port



poutko



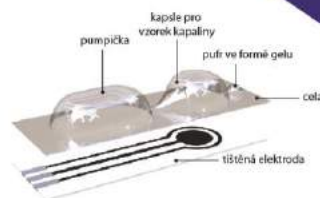
kufřík

DESIGN DETEKTORU PRO ELEKTROCHEMICKOU DETEKCI TĚŽKÝCH KOVŮ / DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jana Sedláková / Vedoucí práce: Ing. David Škaroupka, Ph.D.  
VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2016/17



# AS-DETEKO

## TECHNICKÝ POSTER



Kryt přístroje se skládá se čtyř samostatných polypropylenových dílů, vyrobených metodou vstřikování. Aby bylo dosaženo požadovaného stupně krytí, jsou horní a spodní kryt spojeny pomocí čtyř šroubů. Po spojení těchto dvou součástí se pomocí své vlastní roztažnosti do drážek na bočních stranách připojí výsuvný kryt. Tento kryt není po nasazení zcela odnímatelný a v určité poloze se po vytažení zastaví, takže nemůže dojít k jeho ztrátě.

DESIGN DETEKTORU PRO ELEKTROCHEMICKOU DETEKCI TĚŽKÝCH KOVŮ/ DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jana Sedláková / Vedoucí práce: Ing. David Škaroupka, Ph.D.  
VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2016/17



# ASDETEKO

## ERGONOMICKÝ POSTER

Pro snadné vysunutí krytu jsou na výsuvné části umístěny 3 drážky a to jak na čelní transparentní stěně, tak na bocích téže krytu. Navádí tak zároveň uživatele, jakým směrem kryt sejmout

Aby uživatel hned na první pohled rozeznal jakým směrem správně zasunout senzor do konektoru v přístroji, byla plocha pro jeho zavedení opatřena prolisem piktogramů. Piktogramy odpovídají tvaru kapslí na cele a jsou uvedeny v pořadí žádoucího zasunutí.

DESIGN DETEKTORU PRO ELEKTROCHEMICKOU DETEKCI TÍŽEY KOVŮ/ DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jana Sedláčková / Vedoucí práce: Ing. David Škaroupka, Ph.D. VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2016/17







DESIGN DETEKTORU PRO ELEKTROCHEMICKOU DETEKCI TĚŽKÝCH KOVŮ DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Jana Sedláčková / Vedoucí práce: Ing. David Škaroupka, Ph.D.  
VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2016/17





## FOTOGRAFIE MODELU

